



TUGAS AKHIR - RE 141581

**STUDI KEBUTUHAN RUANG TERBUKA HIJAU  
PUBLIK UNTUK REDUKSI KARBON DIOKSIDA  
DARI KEGIATAN INDUSTRI DI KECAMATAN  
MANYAR, GRESIK, DAN KEBOMAS  
KABUPATEN GRESIK**

ALMIRA RAHMA  
03211540000111

Dosen Pembimbing  
Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, ST, MEPM

Departemen Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya  
2020





TUGAS AKHIR - RE 141581

**STUDI KEBUTUHAN RUANG TERBUKA HIJAU  
PUBLIK UNTUK REDUKSI KARBON DIOKSIDA  
DARI KEGIATAN INDUSTRI DI KECAMATAN  
MANYAR, GRESIK, DAN KEBOMAS  
KABUPATEN GRESIK**

**ALMIRA RAHMA  
03211540000111**

**Dosen Pembimbing  
Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, ST, MEPM**

**Departemen Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya  
2020**





FINAL PROJECT - RE 141581

***STUDY OF PUBLIC GREEN OPEN SPACE NEED  
FOR REDUCTION OF CARBON DIOXIDE FROM  
INDUSTRY ACTIVITIES IN MANYAR, GRESIK,  
AND KEBOMAS DISTRICTS GRESIK REGENCY***

ALMIRA RAHMA  
03211540000111

SUPERVISOR  
Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, ST, MEPM

DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING  
Faculty Civil, Planning, and Geo-Engineering  
Institute of Technology Sepuluh Nopember Surabaya  
2020



## LEMBAR PENGESAHAN

# STUDI KEBUTUHAN RUANG TERBUKA HIJAU PUBLIK UNTUK REDUKSI KARBON DIOKSIDA DARI KEGIATAN INDUSTRI DI KECAMATAN MANYAR, GRESIK, DAN KEBOMAS KABUPATEN GRESIK

### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada

Program Studi S-1 Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**ALMIRA RAHMA**  
NRP. 03211540000111

Disetujui oleh Pembimbing :

**Dr. Eng. Arie Dipareza Syfei, MT, MEPM**  
NIP. 19820119 200501 1 001







**STUDI KEBUTUHAN RUANG TERBUKA HIJAU  
PUBLIK UNTUK REDUKSI KARBON DIOKSIDA  
DARI KEGIATAN INDUSTRI DI KECAMATAN  
MANYAR, GRESIK, DAN KEBOMAS KABUPATEN  
GRESIK**

Nama Mahasiswa : Almira Rahma  
NRP : 0321154000111  
Jurusan : Jurusan Teknik Lingkungan  
Dosen Pembimbing : Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, ST,  
MEPM

**ABSTRAK**

Meningkatnya aktivitas industri menjadi salah satu penyebab utama tingginya frekuensi buangan polutan ke udara, selain aktivitas kendaraan bermotor. Kabupaten Gresik merupakan pusat industri yang menjadi ikon industri di Provinsi Jawa Timur. Tercatat 6.653 industri di Gresik, bahkan akan terus bertambah banyak seiring pembangunan JIPE (Java Integrated Industrial Ports and Estate). Tahun 2009 tercatat gas karbon dioksida sebagai salah satu polutan paling tinggi di Gresik sebesar 20 ppm, dan tahun 2017 tercatat Gresik memiliki Indeks Kualitas Udara paling rendah di Jawa Timur dengan nilai 65,81.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi karbon dioksida 3 kecamatan di Gresik yang menjadi fokus pengembangan kawasan industri di Gresik menurut Bupati Gresik, serta menjadi kecamatan tempat industri-industri besar berada, seperti PT. PJB, PT. Petrokimia, PT. Maspion, PT. Wilmar, PT. Semen Gresik, dan termasuk JIPE.

Hasil penelitian bahwa emisi gas CO dari kegiatan industri di ketiga kecamatan masih berada dibawah baku mutu emisi menurut PerMen LHK No. 15/2019. Konsentrasi gas CO untuk udara ambien dari kegiatan industri di Kecamatan Manyar melebihi baku mutu menurut Peraturan Gubernur Jatim No.

10/2009. Sedangkan di Kecamatan Gresik dan Kebomas masih dibawah baku mutu. Kondisi RTH publik eksisting di ketiga kecamatan prosentasenya masih dibawah standar minimal 20% (UU No. 26/2007). Melalui pendekatan laju penyerapan CO<sub>2</sub> maupun pendekatan daya serap jenis tutupan vegetasi, daya serap RTH publik eksisting di ketiga kecamatan masih belum cukup untuk menyerap beban gas CO dalam bentuk senyawa CO<sub>2</sub> dari aktivitas industri di kecamatan. Pengembangan RTH publik di ketiga kecamatan yang terkendala lahan terbatas dapat dengan penerapan RTH vertikal dengan teknik aeroponik maupun teknik vertical landscape.

Kata kunci : **Karbon Dioksida, Suhu, Kecepatan Angin, Kelembaban, Vegetasi, Ruang Terbuka Hijau**

# **STUDY OF PUBLIC GREEN OPEN SPACE NEED FOR REDUCTION OF CARBON DIOXIDE FROM INDUSTRY ACTIVITIES IN MANYAR, GRESIK, AND KEBOMAS DISTRICTS GRESIK REGENCY**

Student Name : Almira Rahma  
NRP : 03211540000111  
Department : Environmental Engineering  
Supervisor : Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, ST,  
MEPM

## **ABSTRACT**

Increased of industrial activity is one of the main causes of the high frequency of pollutant discharge into the air, in addition to motor vehicle activity. Gresik Regency is an industrial center that has become an industrial icon in East Java Province. 6,653 industries in Gresik are recorded, and will even continue to multiply along with the development of JIPE (Java Integrated Industrial Ports and Estate). In 2009 carbon monoxide gas was recorded as one of the highest pollutants in Gresik at 20 ppm, and in 2017 it was recorded that Gresik had the lowest Air Quality Index in East Java with a value of 65.81.

This study aims to determine the concentration of carbon monoxide 3 districts in Gresik which are the focus of the development of industrial areas in Gresik according to the Regent of Gresik, as well as being a district where large industries are located, such as PT. PJB, PT. Petrokimia, PT. Maspion, PT. Wilmar, PT. Semen Gresik, and including JIPE.

The results of the study show that CO gas emissions from industrial activities in the three districts are still below the emission quality standard according to the Minister of Environment Regulation No. 15/2019. Concentration of CO gas for ambient air from industrial activities in Manyar District exceeds the quality standard according to East Java Governor Regulation No. 10/2009.

Whereas in Gresik and Kebomas Districts are still below the quality standard. The condition of existing public green open space in all three sub-districts is still below the minimum standard of 20% (Law No.26 of 2007). Through the CO<sub>2</sub> absorption rate approach and the absorption approach of the type of vegetation cover, the absorption capacity of existing public green open space in the three districts is still not enough to absorb the CO gas load in the form of CO<sub>2</sub> gas from industrial activities in the districts. The development of public open green space in the three districts that are constrained by limited land can be by applying vertical open green space with aeroponic techniques and vertical landscape techniques.

**Keywords: Carbon Monoxide, Temperature, Wind Speed, Humidity, Vegetation, Green Open Space**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. karena atas rahmat dan berkat-Nya Tugas Akhir dengan judul “Studi Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau Publik untuk Reduksi Karbon Dioksida dari Kegiatan Industri di Kecamatan Manyar, Gresik, dan Kebomas Kabupaten Gresik” ini dapat berjalan dengan lancar dan selesai. Penyusunan Tugas Akhir ini berjalan dengan lancar juga karena adanya dukungan moral dan doa dari pihak-pihak yang terkait.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Bambang Agus Warjoko dan ibu Rutini selaku orang tua penulis yang senantiasa memberikan motivasi dan doa yang tiada henti bagi penulis.
2. Mas Anggi Pratama Putra, Mas Adiguna Pangujayan, Mbak Devi Rianti Indraswati, serta M. Gibran Alfatih selaku keluarga inti penulis yang senantiasa mendoakan dan memberi semangat.
3. Azis Nasir selaku sahabat hidup penulis yang senantiasa peduli, mendoakan, dan memberikan motivasi bagi penulis.
4. Bapak Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, MT, MEPM selaku pembimbing Tugas Akhir yang telah sabar membimbing dan memberikan saran serta ilmu yang bermanfaat bagi penulis.
5. Bapak Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si, MT, ibu Bieby Voijant Tangahu, ST, MT, Ph.D, dan ibu Ipung Fitri Purwanti, ST, MT, Ph.D selaku dosen pengarah yang telah membimbing dan memberikan saran serta ilmu yang bermanfaat bagi penulis.

6. Pemerintahan Kabupaten Gresik, khususnya Dinas Lingkungan Hidup Gresik, yang membantu dalam proses pengambilan data untuk kebutuhan Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman sesama yang mengerjakan Tugas Akhir yang senantiasa peduli dan memberikan semangat bagi penulis.
8. Teman-teman angkatan 2015 Teknik Lingkungan ITS yang telah memberikan doa serta dukungan bagi penulis.

Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi diri penulis sendiri serta lingkungan masyarakat.

Hormat,

Penulis

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	iii
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Ruang Lingkup .....	4
1.5 Manfaat .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Gambaran Umum Wilayah Studi .....	5
2.2 Udara Ambien, Emisi, dan Pencemaran Udara .....	7
2.3 Faktor Meteorologis .....	10
2.4 Karbon Monoksida .....	12
2.5 Ruang Terbuka Hijau .....	13
2.6 Upaya Pengembangan RTH di Keterbatasan Lahan .....	22
BAB III METODE PENELITIAN .....	25
3.1 Prosedur Penelitian .....	25
3.2 Pelaksanaan Penelitian .....	26
3.2.1 Studi Pustaka .....	26
3.2.2 Studi Lapangan .....	27
3.2.3 Metode Pengambilan Sampel .....	29
3.2.4 Analisis dan Pembahasan Hasil .....	31
3.2.5 Kesimpulan dan Saran .....	33
3.2.6 Jadwal Pelaksanaan Penelitian .....	34
3.2.7 Biaya Kegiatan .....	35
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....	37
4.1 Emisi Karbon Dioksida Industri .....	37
4.2 Beban Konsentrasi CO Kecamatan .....	46

4.3 Daya Serap Ruang Terbuka Hijau Publik.....	52
4.3.1 Kondisi Eksisting dan Kebutuhan RTH.....	52
4.3.2 Pendekatan Luas.....	53
4.3.3 Pendekatan Jenis Tutupan Vegetasi.....	54
4.4 Strategi Pengembangan RTH Publik.....	56
BAB V PENUTUP.....	69
5.1 Kesimpulan.....	69
5.2 Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA.....	71
LAMPIRAN 1.....	75
LAMPIRAN 2.....	79
LAMPIRAN 3.....	83
LAMPIRAN 4.....	87



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jumlah Industri dan Penerbitan Tanda Daftar Industri (TDI) di Kabupaten Gresik Tahun 2014-2015 .....	6
Tabel 2.2 Baku Mutu Udara Ambien.....	8
Tabel 2.3 Baku Mutu Emisi.....	9
Tabel 2.4 Dampak Karbon Dioksida.....	13
Tabel 2.5 Daya Serap CO <sub>2</sub> Berbagai Vegetasi.....	17
Tabel 2.6 Nilai Angot Fluks Sinaran Gelombang Pendek.....	20
Tabel 2.7 Daya Serap CO <sub>2</sub> Tipe Penutup Vegetasi.....	21
Tabel 3.1 Nilai Angot Fluks Sinaran Gelombang Pendek.....	27
Tabel 3.2 Jadwal Pelaksanaan Kegiatan.....	34
Tabel 3.3 Anggaran Kegiatan.....	35
Tabel 4.1 Jumlah Industri Besar-Sedang di 3 Kecamatan.....	38
Tabel 4.2 Jumlah Sampel Industri.....	39
Tabel 4.3 Nilai Emisi CO Industri Tiap Kecamatan.....	40
Tabel 4.4 Total Emisi CO Tiap Kecamatan.....	42
Tabel 4.5 Hasil Sampling Lapangan.....	43
Tabel 4.6 Konsentrasi Larutan KI dan Absorbansi.....	44
Tabel 4.7 Nilai Konsentrasi CO Sampling.....	45
Tabel 4.8 Beban CO Tiap Kecamatan.....	49
Tabel 4.9 Beban CO Kecamatan dalam Satuan Massa.....	49
Tabel 4.10 Penyerapan CO oleh Tanaman.....	50
Tabel 4.11 Beban CO <sub>2</sub> Tiap Kecamatan.....	51
Tabel 4.12 Kondisi RTH Tiap Kecamatan.....	52
Tabel 4.13 Daya Serap RTH Pendekatan Laju Serap CO <sub>2</sub> .....	53
Tabel 4.14 Kebutuhan RTH Pendekatan Laju Serap CO <sub>2</sub> .....	54
Tabel 4.15 Skenario Perhitungan Jenis Tutupan Vegetasi.....	54
Tabel 4.16 Daya Serap RTH Pendekatan Tutupan Vegetasi.....	55
Tabel 4.17 Kebutuhan RTH Pendekatan Tutupan Vegetasi.....	56

“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Vegetasi Mereduksi Polutan Udara.....	16
Gambar 2.2 Translokasi Polutan oleh Vegetasi.....	17
Gambar 2.3 Aeroponik.....	23
Gambar 2.4 Vertical Landscape.....	24
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	25
Gambar 3.2 Lokasi Penelitian di Kecamatan Manyar.....	28
Gambar 3.3 Lokasi Penelitian di Kecamatan Gresik.....	28
Gambar 3.4 Lokasi Penelitian di Kecamatan Kebomas.....	29
Gambar 3.5 Grafik Proyeksi Konsentrasi CO.....	33
Gambar 4.1 Grafik Konsentrasi CO dari Kurva Kalibrasi.....	44
Gambar 4.2 Panjang (L) Kecamatan Manyar.....	47
Gambar 4.3 Panjang (L) Kecamatan Gresik.....	47
Gambar 4.4 Panjang (L) Kecamatan Kebomas.....	48
Gambar 4.5 Aeroponik.....	59
Gambar 4.6 Aeroponik.....	59
Gambar 4.7 Vertical Landscape.....	59
Gambar 4.8 Vertical Landscape.....	60
Gambar 4.9 Tanaman Cassia.....	61
Gambar 4.10 Tanaman Kenanga.....	61

“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Tingginya mobilitas kendaraan bermotor dan meningkatnya aktivitas industri menjadi penyebab utama tingginya frekuensi buangan polutan ke udara. Pencemaran udara menyebabkan gangguan kesehatan dengan berbagai tingkatan dan jenisnya serta meningkatkan gas rumah kaca yang berakibat pemanasan global.

Kabupaten Gresik merupakan ikon industri di Provinsi Jawa Timur. Terdapat ribuan industri, dari skala besar sampai home industry. Infrastruktur yang menunjang menjadi salah satu daya tarik banyaknya investasi investor di Gresik. Saat ini juga tengah dibangun proyek JIPE (Java Integrated Industrial Ports and Estate) di Kecamatan Manyar yang merupakan proyek kawasan industri terpadu pertama di Indonesia. Proyek ini menjadi proyek industri prioritas nasional. Kawasan ini dilengkapi dengan sejumlah infrastruktur berupa pelabuhan, jaringan kereta api, jalan tol, waste water treatment, jaringan pipa gas, jaringan fiber optic, dan pembangkit listrik. Kawasan JIPE memiliki Izin Usaha Kawasan Industri seluas 1.760 hektar yang mampu menampung 183 industri.

Pesatnya perkembangan industri di Gresik tidak diimbangi dengan pengelolaan kualitas lingkungan yang baik. Menurut data IKDLH (Informasi Kinerja Dinas Lingkungan Hidup) Jawa Timur tahun 2017, Kab. Gresik memiliki angka IKU (Indeks Kualitas Udara) terendah dengan angka 65,81. Hasil uji udara ambien di 12 titik pada tahun 2009 oleh DLH Gresik menunjukkan bahwa selain debu, zat pencemar kimia yang terbilang tinggi adalah Karbon Monoksida (CO) yang mencapai 20,0 ppm. Tingginya tingkat pencemaran itu berada di kawasan Manyar, Bungah, Ujungpangkah, Duduksampeyan, Cerme, Menganti, Kedamean, Driyorejo, Wringinanom, dan Kebomas. Terutama di wilayah zona D kawasan industri,

pabrik, dan terminal bus.

Menurut Bupati Gresik, Sambari Halim Radianto, saat ini pembangunan kawasan industri akan difokuskan di kawasan utara yakni Kecamatan Manyar, Gresik, dan Kebomas. Salah satu pertimbangannya adalah kemudahan konektivitas akses transportasi laut dan transportasi darat untuk aktivitas produksi maupun distribusi di industri. Kecamatan-kecamatan tersebut juga merupakan tempat berkumpulnya industri-industri besar, seperti PT. PJB, PT. Petrokimia, PT. Maspion, PT. Wilmar, PT. Semen Gresik, dan termasuk JIPE.

Salah satu upaya efektif yang paling mudah diterapkan dalam menjaga kualitas udara adalah melalui penyediaan ruang terbuka hijau (RTH). Sesuai UU No. 26/2007 tentang Penataan Ruang bahwa kebutuhan RTH di suatu perkotaan diharuskan mencapai 30% dari luas wilayahnya (10% luas RTH privat dan 20% lainnya luas RTH publik). Alasan mendasar besaran 30% luas RTH perkotaan karena diyakini secara alamiah dapat mengatasi lingkungan fisik kritis di wilayah tersebut (Kementerian PUPR 2007). Menurut DLH Gresik, jumlah RTH di Gresik secara keseluruhan masih dibawah 20%. Hal ini tidak seimbang dengan terus meningkatnya kepadatan industri yang menyebabkan tingginya pencemaran udara di Gresik.

Berdasarkan hal-hal di atas, dalam penelitian ini dilakukan uji konsentrasi gas karbon monoksida di udara sebagai polutan utama pencemaran udara dari aktivitas industri di 3 kecamatan tersebut. Diukur pula daya serap RTH publik eksisting di 3 kecamatan untuk menentukan RTH yang dibutuhkan dalam reduksi konsentrasi gas karbon monoksida (CO) dalam bentuk gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang diserap RTH melalui proses fotosintesis. Dalam hal ini, yang diukur hanya RTH publik saja dikarenakan pengelolaan RTH publik menjadi kewenangan pemerintah setempat sehingga cenderung lebih mudah untuk melakukan strategi pengelolaan dibandingkan dengan RTH privat. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi salah satu referensi untuk studi daya serap RTH

dalam rangka reduksi pencemaran udara oleh gas karbon dioksida akibat aktivitas industri kecamatan-kecamatan yang ada di Kabupaten Gresik.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Beberapa rumusan masalah yang dikaji dalam penelitian ini antara lain :

1. Bagaimana konsentrasi polutan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dari aktivitas industri di Kecamatan Manyar, Gresik, dan Kebomas Kabupaten Gresik?
2. Bagaimana daya serap ruang terbuka hijau publik eksisting untuk reduksi polutan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dari aktivitas industri di Kecamatan Manyar, Gresik, dan Kebomas Kabupaten Gresik?
3. Bagaimana alternatif strategi untuk pengembangan RTH publik di Kecamatan Manyar, Gresik, dan Kebomas Kabupaten Gresik dalam rangka mereduksi polutan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dari kegiatan industri di tiap kecamatan?

## **1.3 Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui konsentrasi polutan karbon dioksida dari aktivitas industri di Kecamatan Manyar, Gresik, dan Kebomas Kabupaten Gresik.
2. Mengetahui daya serap serta menghitung kebutuhan ruang terbuka hijau publik eksisting untuk reduksi polutan karbon dioksida dari aktivitas industri di Kecamatan Manyar, Gresik, dan Kebomas Kabupaten Gresik.
3. Mengetahui alternatif strategi untuk pengembangan RTH publik di Kecamatan Manyar, Gresik, dan Kebomas Kabupaten Gresik dalam rangka mereduksi polutan karbon dioksida dari kegiatan industri di tiap kecamatan.

#### **1.4 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah :

1. Sumber pencemaran udara yang adalah polusi udara dari aktivitas industri di 3 kecamatan (Manyar, Gresik, Kebomas).
2. Jenis polutan udara yang dianalisa konsentrasinya adalah gas karbon monoksida (CO) yang kemudian dihitung dalam bentuk gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) karena gas karbon dioksida yang diserap oleh vegetasi.
3. Informasi mengenai ruang terbuka hijau publik eksisting diperoleh dari DLH Gresik.
4. Perhitungan daya serap dan kebutuhan ruang terbuka hijau publik untuk reduksi polutan karbon dioksida menggunakan teori dan rumus-rumus perhitungan yang didapat dari literatur terkait.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Sebagai masukan akademik dalam kegiatan pengelolaan kualitas udara di Kabupaten Gresik, khususnya di 3 kecamatan (Manyar, Gresik, Kebomas) padat industri yang menjadi fokus penelitian.
2. Sebagai sumbangan ilmiah dan referensi untuk penelitian selanjutnya khususnya yang terkait dengan topik ketersediaan ruang terbuka hijau untuk mereduksi konsentrasi polutan udara karbon dioksida dari kegiatan industri.
3. Sebagai salah satu rekomendasi pertimbangan bagi para pengambil kebijakan dalam struktur pemerintahan maupun pihak-pihak lain yang berkepentingan dalam meningkatkan pengelolaan kualitas lingkungan terkait pencemaran udara khususnya konsentrasi karbon dioksida dari kegiatan industri di Kabupaten Gresik.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Gambaran Umum Wilayah Studi**

Secara geografis wilayah Kabupaten Gresik terletak antara 112° sampai 113° Bujur Timur dan 7° sampai 8° Lintang Selatan. Kabupaten Gresik terletak di sebelah Barat Laut Kota Surabaya dengan luas wilayah 1.191,25 km<sup>2</sup>. Secara administratif, luas wilayah Kecamatan Manyar 95,42 km<sup>2</sup>, Kecamatan Gresik 5,54 km<sup>2</sup>, dan Kecamatan Kebomas 30,06 km<sup>2</sup>. Wilayah Kabupaten Gresik sebelah utara berbatasan dengan Laut Jawa, sebelah timur berbatasan dengan Selat Madura dan Kota Surabaya, sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Sidoarjo, dan Kabupaten Mojokerto, serta sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Lamongan.

Sebagian besar wilayahnya merupakan dataran rendah dengan ketinggian rata-rata 2 sampai 12 mdpl dan kelerengan rata-rata 2%-15%. Hampir sepertiga bagian dari wilayah Kabupaten Gresik merupakan daerah pesisir pantai, yaitu sepanjang 140 km yang terdiri dari 69 km di daratan Pulau Jawa memanjang mulai dari Kecamatan Kebomas, Gresik, Manyar, Bungah, Sidayu, Ujungpangkah, dan Panceng serta 71 km di Kecamatan Sangkapura dan Tambak yang berada di Pulau Bawean.

Pada wilayah pesisir Kabupaten Gresik telah difasilitasi dengan pelabuhan umum dan pelabuhan/dermaga khusus, sehingga Kabupaten Gresik memiliki akses perdagangan regional dan nasional. Keunggulan geografis ini menjadikan Gresik sebagai alternatif terbaik untuk investasi atau penanaman modal. Perkembangan jumlah industri di Kabupaten Gresik pada tahun 2014-2015 dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut ini :

**Tabel 2.1 Jumlah Industri dan Penerbitan Tanda Daftar Industri (TDI) di Kabupaten Gresik Tahun 2014-2015**

No.	Uraian	Satuan	2011	2012	2013	2014	2015
1	Industri	Industri	6.293	6.369	6.451	6.525	6.653
2	TDI	Unit	61	45	25	30	41

*Sumber: RPJMD Kabupaten Gresik, 2016*

Sebagian besar tanah di wilayah Kabupaten Gresik terdiri dari jenis Aluvial, Grumusol, Mediteran Merah dan Litosol. Berdasarkan ciri-ciri fisik tanahnya, Kabupaten Gresik bagian Utara (meliputi wilayah Panceng, Ujung Pangkah, Sidayu, Bungah, Dukun, Manyar) adalah bagian dari daerah pegunungan Kapur Utara yang memiliki tanah relatif kurang subur. Sebagian dari daerah ini adalah daerah hilir aliran Bengawan Solo yang bermuara di pantai Utara Kabupaten Gresik/Kecamatan Ujungpangkah. Daerah hilir Bengawan solo tersebut sangat potensial karena mampu menciptakan lahan yang cocok untuk industri, perikanan, perkebunan, dan permukiman. Potensi bahan-bahan galian di wilayah ini cukup potensial terutama dengan adanya beberapa jenis bahan galian mineral non logam. Sebagian dari bahan mineral non logam ini telah dieksplorasi, dan sebagian lainnya sudah dalam taraf eksploitasi. Sedangkan Kabupaten Gresik bagian Tengah (meliputi wilayah; Duduk Sampeyan, Balong Panggang, Benjeng, Cerme, Gresik, Kebomas) merupakan kawasan dengan tanah relatif subur. Di wilayah ini terdapat sungai-sungai kecil, antara lain Kali Lamong, Kali Corong, Kali Manyar, sehingga di bagian tengah wilayah ini merupakan daerah yang cocok untuk pertanian dan perikanan.

Iklim Kabupaten Gresik termasuk tropis dengan temperatur rata-rata 28,5 °C dan kelembaban udara rata-rata 75%. Curah hujan relatif rendah, yaitu rata-rata 2.245 mm per tahun. Temperatur minimum terjadi pada bulan Juli sedangkan temperatur tertinggi terjadi pada bulan Oktober. Radiasi matahari terbesar 84% terjadi pada bulan Maret, kecepatan angin berkisar antara 4-6 per detik dengan arah rata-rata ke

Selatan. Iklim daerah Kabupaten Gresik dibedakan menjadi :

- a. musim kering terjadi pada bulan Juni sampai dengan Bulan September;
- b. musim penghujan basah terjadi pada bulan Desember sampai dengan bulan Maret;
- c. musim peralihan dari musim kemarau sampai musim penghujan terjadi pada bulan Oktober dan November; dan
- d. musim peralihan dari musim penghujan ke musim kemarau terjadi pada bulan April dan Mei (RPJMD Kab. Gresik 2016-2021, RPIJM Cipta Karya Kab. Gresik 2019-2023).

## **2.2 Udara Ambien, Emisi, dan Pencemaran Udara**

Udara ambien adalah udara bebas dipermukaan bumi pada lapisan troposfer yang berada di dalam wilayah yuridis Republik Indonesia yang dibutuhkan dan mempengaruhi kesehatan manusia, makhluk hidup dan unsur lingkungan hidup lainnya. Baku mutu udara ambien adalah adalah ukuran batas atau kadar zat, energi, dan/atau komponen yang ada atau seharusnya ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam udara ambien (PerGub Jatim No. 10/2009).

Pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara ambien turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya (PerGub Jatim No. 10/2009). Pencemaran udara menyebabkan perubahan susunan (komposisi) udara dari keadaan normalnya menjadi kondisi abnormal (Wardhana, 2001). Pencemaran udara erat kaitannya dengan emisi. Emisi adalah zat, energi dan/atau komponen lain yang dihasilkan dari suatu kegiatan yang masuk dan/atau dimasukkannya ke dalam udara ambien yang mempunyai dan/atau tidak mempunyai dan/atau tidak mempunyai potensi sebagai unsur pencemar (PerGub Jatim No.

10/2009). Sumber emisi terdiri atas sumber bergerak dan tidak bergerak. Dalam hal ini, industri termasuk dalam sumber pencemar tidak bergerak karena sifatnya tetap pada suatu tempat. Baku mutu emisi sumber tidak bergerak adalah batas kadar maksimum dan/atau beban emisi maksimum yang diperbolehkan masuk atau dimasukkan ke dalam udara ambien (PerGub Jatim No. 10/2009).

Polutan pencemaran udara yang paling utama adalah karbon dioksida (CO) yang kadarnya mencapai hampir setengah dari seluruh zat polutan udara yang dilepaskan ke udara (Fardiaz. S, 1999), meskipun nantinya setelah dilepaskan ke udara, polutan CO ini ada yang tetap menjadi CO (terhirup oleh manusia maupun mengendap di lingkungan) dan ada pula yang terkonversi menjadi bentuk senyawa lainnya terutama paling banyak menjadi CO<sub>2</sub> sehingga mengurangi kadar O<sub>2</sub> di udara serta menyebabkan peningkatan gas rumah kaca kaitannya dengan suhu bumi yang terus meningkat yang memberikan dampak negatif terhadap makhluk hidup serta lingkungan. Menurut Henne (2007), sekitar 70% oksidan kimia di atmosfer bereaksi dengan CO.

Baku mutu gas CO dalam baku mutu udara ambien dan baku mutu emisi sumber tidak bergerak diperlukan kaitannya dalam pengendalian pencemaran udara dari polutan gas CO. Baku mutu gas CO ditunjukkan pada tabel 2.2 dan tabel 2.3 berikut ini :

**Tabel 2.2 Baku Mutu Udara Ambien**

Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	Metode Analisis	Peralatan
CO	8 jam	20 ppm (22.600 µg/Nm <sup>3</sup> )	NDIR	CO Analyzer

*Sumber : PerGub Jatim No. 10/2009*

**Tabel 2.3 Baku Mutu Emisi**

Jenis Alat	Parameter	Bahan Bakar	Baku Mutu
Pembangkit listrik mesin tenaga diesel ≤ 3 MW	CO	Minyak Solar	600 mg/Nm <sup>3</sup>
		Minyak Bakar	600 mg/Nm <sup>3</sup>
Pembangkit listrik mesin tenaga diesel > 3 MW	CO	Minyak Solar	550 mg/Nm <sup>3</sup>
		Minyak Bakar	550 mg/Nm <sup>3</sup>
Pembangkit listrik mesin tenaga gas	CO	Minyak	250 mg/Nm <sup>3</sup>
		Gas ( <i>Dual Fuel</i> )	220 mg/Nm <sup>3</sup>
		Gas ( <i>Single Fuel</i> )	220 mg/Nm <sup>3</sup>
Pembangkit listrik tenaga sampah	CO		625 mg/Nm <sup>3</sup>
Genset ≤ 570 kW	CO	Minyak	600 mg/Nm <sup>3</sup>
		Gas	500 mg/Nm <sup>3</sup>
Genset > 570 kW	CO	Minyak	540 mg/Nm <sup>3</sup>
		Gas	250 mg/Nm <sup>3</sup>

Sumber : PerMen LHK No. 15/2019

Semakin kecilnya nilai baku mutu menunjukkan bahwa semakin berbahayanya parameter tersebut bagi lingkungan kesehatan. Jika hasil pengukuran di laboratorium satuannya dalam ppm, maka perlu dikonversi ke satuan µg/m<sup>3</sup> agar dapat langsung dibandingkan kesesuaiannya dengan standar baku mutu. Berdasarkan perhitungan Laboratorium Pengendalian Pencemaran Udara dan Perubahan Iklim di jurusan Teknik Lingkungan ITS, konversi dihitung dengan menggunakan rumus pada persamaan 2.1 berikut ini :

$$\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3} = \text{ppm} \times 1000 \times \left(\frac{P \times M}{R \times T}\right) \dots \dots \dots (2.1)$$

dimana :

P = Tekanan udara (1 atm = 760 mmHg)

- M = Berat molekul/senyawa  
R = Konstanta gas universal (0.0821)  
T = Temperatur absolut ( $^{\circ}\text{K}$ )

Perlu diketahui bahwa semua baku mutu dihitung dalam kondisi ruang (1 atm dan  $25^{\circ}\text{C} = 298^{\circ}\text{K}$ ).

### 2.3 Faktor Meteorologis

Aktivitas di perkotaan membawa perubahan-perubahan terhadap faktor-faktor meteorologis yang sangat berpengaruh dalam penyebaran dan difusi pencemar udara yang dikonsentrasikan (Sarudji, 2001). Beberapa faktor meteorologi yang mempengaruhi pencemaran udara adalah :

#### 1. Temperatur

Pergerakan mendadak lapisan udara dingin ke suatu kawasan dapat menimbulkan temperatur inversi. Udara dingin akan terperangkap tidak dapat keluar dari kawasan tersebut dan cenderung menahan polutan tetap berada di lapisan permukaan bumi sehingga konsentrasi polutan di kawasan tersebut semakin lama semakin tinggi (Chandra, 2006). Perubahan terhadap keseimbangan pemanasan merupakan pengaruh meteorologi utama yang ditimbulkan oleh aktivitas perkotaan. Perubahan dapat terjadi karena (Sarudji, 2001) :

- a. Perubahan karakteristik pemanasan pada permukaan. Banyaknya bangunan tegak lurus di daerah perkotaan menyebabkan perubahan keseimbangan pemanasan. Pada siang hari, gelombang sinar matahari akan mengalami pemantulan berulang kali oleh permukaan tanah dan dinding bangunan, sehingga gelombang sinar yang terlepas ke atmosfer sangat berkurang. Pada malam hari, pelepasan panas yang tertahan pada siang hari akan meningkatkan temperatur.
- b. Perubahan penyinaran. Unsur-unsur pencemar udara perkotaan (aerosol, debu, dan oksidan) dapat mengurangi intensitas pantulan sinar matahari antara 20% dan 30%. Ini akan mengakibatkan naiknya temperatur.

## *2. Arah dan Kecepatan Angin*

Kecepatan angin yang kuat akan membawa polutan terbang kemana-mana dan dapat mencemari udara wilayah lain (Chandra, 2006). Kecepatan angin di daerah perkotaan akan cenderung menurun akibat semakin besarnya gesekan yang timbul pada aliran udara (Sarudji, 2001). Semakin tinggi nilai kecepatan angin, maka semakin tinggi pula pendispersian polutan pencemaran udara, maka konsentrasi pencemar akan semakin kecil. Sebaliknya rendahnya kecepatan angin menyebabkan pendispersian polutan pencemaran udara rendah juga, sehingga mengakibatkan konsentrasi pencemar di udara semakin tinggi.

## *3. Kelembaban*

Kelembaban relatif adalah jumlah aktual uap air di udara relatif terhadap jumlah uap air pada waktu udara dalam keadaan jenuh pada suhu yang sama dinyatakan dalam persen. Pada kelembaban udara yang tinggi maka kadar uap di udara dapat bereaksi dengan pencemar udara, menjadi zat lain yang tidak berbahaya atau menjadi zat pencemar sekunder (Departemen Kesehatan, 2012).

## *4. Hujan*

Air hujan merupakan pelarut umum dan cenderung melarutkan bahan polutan yang terdapat dalam udara (rainwash) (Chandra, 2006).

## *5. Topografi*

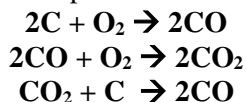
Variabel-variabel yang termasuk di dalam faktor topografi, antara lain (Chandra, 2006):

- a. Dataran rendah. Di daerah dataran rendah, angin cenderung membawa polutan terbang jauh ke seluruh penjuru sehingga dapat melewati batas wilayah dan mencemari udara wilayah lain.
- b. Pegunungan. Di daerah dataran tinggi sering terjadi temperatur inversi dan udara dingin yang terperangkap akan cenderung menahan polutan.
- c. Lembah. Di daerah lembah, aliran angin sedikit sekali dan

tidak bertiup ke segala penjuru. Keadaan ini cenderung menahan polutan.

#### 2.4 Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida, dengan rumus kimia CO, adalah gas yang tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa. Karbon monoksida terdiri dari satu atom karbon yang berikatan secara kovalen dengan satu atom oksigen. Karbon monoksida merupakan hasil pembakaran yang tidak sempurna dari senyawa karbon. Karbon monoksida terbentuk apabila terdapat kekurangan oksigen dalam pembakaran. Reaksi kimia gas CO :



Karbon monoksida merupakan salah satu polutan yang terdistribusi paling luas di udara. Setiap tahun, gas CO dilepaskan ke udara dalam jumlah yang paling banyak diantara polutan udara yang lain, kecuali CO<sub>2</sub>. Sumber gas CO sebagian besar berasal dari pembakaran bahan bakar fosil yang bereaksi dengan udara menghasilkan gas buangan yang salah satunya adalah karbon monoksida.

Daerah perkotaan dengan tingkat populasi yang tinggi, jalur lalu lintas yang padat, dan padat aktivitas industri akan memiliki kadar karbon monoksida yang lebih tinggi dan bervariasi dibandingkan dengan daerah pedesaan. Umumnya kadar maksimum karbon monoksida terjadi di jam-jam sibuk pada pagi dan malam hari. Konsentrasi karbon monoksida pada tempat tertentu juga dipengaruhi oleh kecepatan konsentrasi (pelepasan) karbon monoksida di udara dan kecepatan dispersi/pembersihan karbon monoksida dari udara. Pada daerah perkotaan kecepatan pembersihan udara sangat lambat. Oleh karena itu, kecepatan dispersi dan pembersihan karbon monoksida sangat menentukan konsentrasi karbon monoksida di udara. Kecepatan dispersi dipengaruhi langsung oleh faktor meteorologi, seperti kecepatan dan arah angin. Selain cuaca,



variasi dari kadar karbon monoksida juga dipengaruhi oleh topografi jalan dan bangunan di sekitarnya. Di daerah dengan populasi tinggi, rasio mixing karbon monoksida bisa mencapai 1 hingga 10 ppmv.

Menurut Sarudji (2001), gas buang karbon monoksida berbahaya bagi kesehatan manusia karena mengganggu fungsi hemoglobin dalam eritrosit. Hemoglobin yang berfungsi mengikat oksigen untuk dikonsumsi ke dalam jaringan tubuh akan mengikat karbon monoksida karena daya afinitas karbon monoksida yang 200 kali lebih tinggi dibandingkan oksigen. Dampak CO berdasarkan konsentrasinya dapat dilihat pada tabel 2.4 berikut :

**Tabel 2.4 Dampak Karbon Monoksida**

<b>Konsentrasi CO di Udara (ppm)</b>	<b>Konsentrasi COHb dalam Darah (%)</b>	<b>Gangguan Pada Tubuh</b>
3	0,98	Tidak ada
5	1,3	Belum begitu terasa
10	2,1	Sistem syaraf sentral
20	3,7	Panca indera
40	6,9	Fungsi jantung
60	10,1	Sakit kepala
80	13,3	Sulit bernafas
100	16,5	Pingsan sampai kematian

*Sumber : Wardhana, 2004*

## **2.5 Vegetasi Ruang Terbuka Hijau**

Menurut PerMen PUPR No. 5/2008, RTH (ruang terbuka hijau) kawasan perkotaan merupakan bagian dari ruang terbuka suatu kawasan perkotaan yang diisi oleh tumbuhan dan tanaman guna mendukung manfaat ekologi, sosial, budaya, ekonomi dan estetika.

Menurut BAPPEKO Surabaya (2008), RTH selama ini seringkali hanya dianggap sebagai lahan cadangan non

ekonomis. Di lain sisi, kemajuan alat dan penambahan jalur transportasi serta sistem utilitas, sebagai bagian dari peningkatan kesejahteraan warga kota, juga telah menambah jumlah bahan pencemar dan menimbulkan berbagai ketidaknyamanan di lingkungan perkotaan. Untuk mengatasi kondisi lingkungan kota seperti ini sangat diperlukan RTH karena dapat berfungsi meningkatkan kualitas lingkungan dan menjaga kelangsungan kehidupan yang relatif lebih murah, aman, sehat dan nyaman. RTH mempunyai manfaat keseimbangan alam terhadap struktur kota. Sehingga seharusnya RTH tidak hanya dianggap sebagai lahan yang kurang efisien, tanah cadangan untuk pembangunan kota, atau sekedar program keindahan. RTH mempunyai tujuan dan manfaat yang besar bagi keseimbangan, kelangsungan, kesehatan, kenyamanan, kelestarian, dan peningkatan kualitas lingkungan itu sendiri. Selain itu, RTH juga mampu menyerap konsentrasi karbon dioksida yang dihasilkan dari segala aktivitas yang terjadi di kota.

Menurut UU No. 26/2007 tentang Penataan Ruang, RTH yang ideal paling sedikit 30% dari luas wilayah kota (20% RTH publik dan 10% RTH privat). RTH diperlukan untuk kesehatan, arena bermain, olah raga dan komunikasi publik. Pembinaan ruang terbuka hijau harus mengikuti struktur nasional atau daerah dengan standar-standar yang ada. RTH berfungsi ekologis yang menjamin keberlanjutan suatu wilayah kota secara fisik, sehingga RTH harus merupakan satu bentuk area hijau yang berlokasi, berukuran, dan berbentuk pasti dalam suatu wilayah kota, karena RTH berfungsi untuk perlindungan sumberdaya penyangga kehidupan manusia dan untuk membangun jejaring habitat hidup seperti perlindungan tata air dan tanah, konservasi hayati atau keanekaragaman hayati. RTH untuk fungsi-fungsi lainnya (sosial, ekonomi, arsitektural) merupakan RTH pendukung dan penambah nilai kualitas lingkungan dan budaya kota tersebut, sehingga dapat berlokasi dan berbentuk sesuai dengan kebutuhan dan kepentingannya, seperti untuk keindahan, rekreasi, pendukung arsitektur kota.

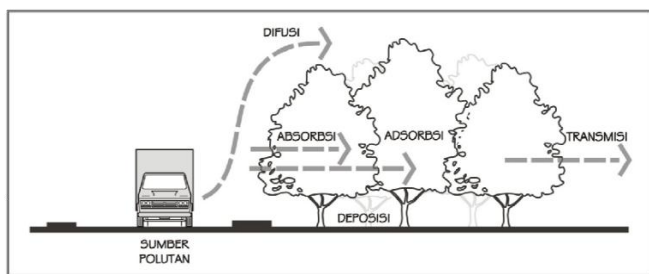
Tanaman memiliki kemampuan menyerap karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) di udara. Bahkan beberapa diantara tanaman-tanaman itu mempunyai kemampuan yang cukup besar dalam melakukan penyerapan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ). Tanaman memerlukan  $\text{CO}_2$  dalam proses fotosintesis sebagai sumber energi. Secara umum, tanaman memiliki berbagai fungsi sebagai berikut (Flora Indonesia, 2012) :

- a. Pengendali Suara. Beberapa jenis tanaman dapat meredam suara dengan cara mengabsorpsi gelombang suara melalui daun, cabang, dan ranting. Contohnya tanaman yang bertajuk tebal dan massa daun padat.
- b. Pengendali angin. Pengendalian angin yang dilakukan tanaman dapat menciptakan iklim mikro yang nyaman untuk aktivitas manusia. Secara umum, tanaman mampu menurunkan kecepatan angin hingga 75-85%.
- c. Filtrasi dan meningkatkan kualitas udara. Tanaman pohon atau perdu dengan tajuk yang rapat, secara fisik dapat menahan debu dan abu yang beterbangan.
- d. Peneduh dan pengendali suhu. Tanaman menyerap radiasi matahari dan memantulkannya sehingga radiasi yang sampai di permukaan tanah menjadi berkurang.
- e. Penyerap dan Penapis Bau. Tanaman dapat menyerap bau secara langsung atau tanaman akan menahan gerakan angin yang bergerak dari sumber bau (Grey dan Deneke 1978; Flora Indonesia 2012). Akan lebih baik lagi jika tanaman dapat mengeluarkan bau harum yang dapat menetralkan bau busuk dan menggantinya dengan bau harum.
- f. Mengatasi Penggenangan. Daerah hilir yang sering digenangi air perlu ditanami dengan jenis tanaman yang mempunyai kemampuan evapotranspirasi yang tinggi. Jenis tanaman yang memenuhi kriteria ini adalah tanaman yang mempunyai jumlah daun yang banyak, sehingga mempunyai stomata (mulut daun) yang banyak pula.
- g. Penyerap Timbal.
- h. Penyerap gas  $\text{CO}_2$  dan penghasil oksigen. Tanaman dapat

dimanfaatkan sebagai media yang mampu mereduksi polusi udara akibat transportasi dan aktivitas industri untuk memperbaiki kondisi lingkungan.

Mekanisme tanaman dalam mereduksi polutan udara dapat dilihat pada gambar 2.1 dan gambar 2.2 dengan penjelasan prosesnya sebagai berikut (American Forest, 2002) :

1. Difusi, pemencaran polutan ke atmosfer yang lebih luas. Tajuk pohon yang tinggi dapat membelokkan hembusan angin ke atmosfer yang lebih luas, sehingga konsentrasi polutan menurun.
2. Absorpsi, penyerapan polutan gas melalui stomata polutan gas masuk kedalam jaringan daun.
3. Adsorpsi, penjerapan polutan partikel oleh permukaan daun, batang, ranting yang menjerap partikel debu dan logam yang terkandung di dalam udara.
4. Deposisi partikel besar oleh daun dan bagian tanaman lainnya. Untuk menghitung kemampuan vegetasi dalam menyerap polutan di udara, diperlukan pendekatan fisiologis pada proses translokasi, transportasi pada air, dan transpirasi. Dikarenakan, pada proses tersebut terdapat banyak gas dan partikel padat berukuran  $< 10$  mikron yang berupa polutan diserap dan digunakan untuk kebutuhan fisiologis tanaman.



**Gambar 2.1 Proses Vegetasi Mereduksi Polutan Udara**

*Sumber : American Forest, 2002*



**Gambar 2.2 Translokasi Polutan oleh Vegetasi**  
 Sumber : American Forest, 2002

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi tanaman dalam meningkatkan penyerapan polutan, diantaranya faktor lingkungan (konsentrasi polutan, cahaya, suhu) dan faktor morfologi/fisiologi daun (ketebalan daun, klorofil, laju fotosintesis, laju transpirasi, konduktas stomata, kerapatan stomata).

Daya serap berbagai jenis tanaman terhadap polutan dapat menjadi acuan dalam menentukan jumlah tanaman yang cukup untuk mereduksi polutan udara. Daya serap berbagai jenis tanaman dapat dilihat pada tabel 2.5 berikut (Dahlan, 2007) :

**Tabel 2.5 Daya Serap CO<sub>2</sub> Berbagai Vegetasi**

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Daya Serap CO <sub>2</sub> (kg/pohon/tahun)
1	Trembesi	<i>Samanea saman</i>	28.448,39
2	Cassia	<i>Cassia sp.</i>	5.295,47
3	Kenanga	<i>Canangium odoratum</i>	756,59

No.	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Daya Serap CO <sub>2</sub> (kg/pohon/tahun)
4	Pingku	<i>Dysoxylum excelsum</i>	720,49
5	Beringin	<i>Ficus benyamina</i>	535,90
6	Krey Payung	<i>Fellicium decipiens</i>	404,83
7	Matoa	<i>Pornetia pinnata</i>	329,76
8	Mahoni	<i>Swettiana mahagoni</i>	295,73
9	Saga	<i>Adenanthera pavoniana</i>	221,18
10	Bungkur	<i>Lagerstroema speciosa</i>	160,14
11	Jati	<i>Tectona grandis</i>	135,27
12	Nangka	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	126,51
13	Johar	<i>Cassia grandis</i>	116,25
14	Sirsak	<i>Annona muricata</i>	75,29
15	Puspa	<i>Schima wallichii</i>	63,31
16	Akasia	<i>Acacia auriculiformis</i>	48,68
17	Flamboyan	<i>Delonix regia</i>	42,20
18	Sawo kecil	<i>Manilkara kauki</i>	36,19
19	Tanjung	<i>Mimusops elengi</i>	34,29
20	Bunga Merak	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	30,95
21	Sempur	<i>Dilena rentusa</i>	24,24
22	Khaya	<i>Khaya anthotheca</i>	21,90
23	Merbau pantai	<i>Intsia bijuga</i>	19,25
24	Akasia	<i>Acacia mangium</i>	19,25
25	Angsana	<i>Pterocarpus indicus</i>	15,19
26	Asam kranji	<i>Pithecelobium dulce</i>	11,12
27	Saputangan	<i>Maniltoa grandiflora</i>	8,48
28	Dadap merah	<i>Erythrina cristagalli</i>	8,26
29	Rambutan	<i>Nephelium lappaceum</i>	4,55
30	Asam	<i>Tamarindus indica</i>	2,19

Sumber : Dahlan, 2007

Dengan mengetahui daya serap berbagai jenis tanaman, maka jumlah tanaman yang dibutuhkan untuk menyerap polutan dapat diketahui dengan rumus 2.3 berikut :

$$\text{Jumlah Tanaman} = \frac{\text{Jumlah Emisi } \left(\frac{\text{ton}}{\text{tahun}}\right)}{\text{Daya Serap Pohon } \left(\frac{\text{ton}}{\text{tanaman tahun}}\right)} \dots\dots\dots(2.3)$$

Kemudian untuk menghitung total daya serap tanaman digunakan rumus 2.4 berikut :

$$\text{Total Daya Serap CO}_2 \left(\frac{\text{ton}}{\text{ha tahun}}\right) = \text{Daya Serap Gas CO}_2 \text{ Tanaman x Luas Tutupan Tanaman} \dots\dots\dots(2.4)$$

Selain menyerap konsentrasi CO<sub>2</sub>, tanaman juga memiliki fungsi penyerapan terhadap konsentrasi CO. Proses penyerapan ini terjadi ketika gas CO terkonversi menjadi gas CO<sub>2</sub>. Proses konversi ini terjadi aliamiah dikarenakan tumbuhan memerlukan CO<sub>2</sub> dalam proses fotosintesis sebagai sumber energi, sehingga gas CO melalui proses aliamiah di atmosfer dapat teroksidasi menjadi CO<sub>2</sub>. Konversi dari CO ke CO<sub>2</sub> dapat dihitung dengan rumus 2.3 berikut (Mulyadin dan Gusti, 2013) :

$$K = \left(\frac{M}{Mr.CO}\right) \times Mr.CO_2 \dots\dots\dots(2.5)$$

dimana :

- K = Konsentrasi CO<sub>2</sub> (ton/tahun)
- M = Massa CO (ton/tahun)
- Mr = CO sebesar 28; CO<sub>2</sub> sebesar 44

Perhitungan daya serap vegetasi juga dapat didasarkan pada laju penyerapan CO<sub>2</sub> saat proses fotosintesis pada tanaman. Tumbuhan memerlukan cahaya sebagai sumber energi untuk melakukan fotosintesis. Selama siang hari ada sejumlah tertentu sinaran gelombang pendek yang tiba pada permukaan bumi. Jumlah itu bergantung pada garis lintang, musim, waktu sehari-harinya, dan derajat keberawanan.

Jumlah sinaran sebagai fungsi bulan dalam tahun dan garis lintang yang diperkirakan dapat dilihat pada tabel 2.6 berikut (Lawlor, 1993) :

**Tabel 2.6 Nilai Angot fluks Sinaran Gelombang Pendek (kal/cm<sup>2</sup>/hari)**

Lintang (derajat)	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nop	Des
U 90	0	0	55	518	903	1077	944	605	136	0	0	0
80	0	3	143	518	875	1060	930	600	219	17	0	0
60	86	234	424	687	866	983	892	714	494	258	113	55
40	358	538	663	847	930	1001	941	843	719	528	397	318
20	631	795	821	914	912	947	912	887	856	740	666	599
Khatulistiwa	844	963	878	876	803	803	792	820	891	866	873	829
20	970	1020	832	737	608	580	588	680	820	892	986	978
40	998	963	686	515	358	308	333	453	648	817	994	1033
60	947	802	459	240	95	50	77	187	403	648	920	1013
80	981	649	181	9	0	0	0	0	113	459	917	1094
S 90	995	656	92	0	0	0	0	0	30	447	932	1110

*Sumber : Lawlor, 1993*

Intensitas yang digunakan harus sesuai dengan kondisi iklim Kabupaten Gresik. Karena Kabupaten Gresik beriklim tropis maka intensitas cahaya yang digunakan adalah intensitas cahaya garis lintang khatulistiwa. Selain cahaya matahari, fotosintesis juga dipengaruhi oleh laju serapan CO<sub>2</sub>, hal ini menunjukkan besarnya kemampuan serapan per satuan waktu per satuan luas daun. Pola hubungan antara laju serapan dan luas tajuk tanaman dapat dimodelkan dengan rumus 2.6 berikut (Pentury, 2003) :



$$S = 0,2278 e^{(0,0048 \times I)} \dots\dots\dots 2.6$$

dimana :

- S = Laju serapan CO<sub>2</sub> per satuan luas (µg/cm<sup>2</sup>/menit)
- I = Intensitas cahaya (kal/cm<sup>2</sup>/hari)
- e = Bilangan pokok logaritma natural = 2,718281828459
- 0,0048 = Koefisien intensitas cahaya
- 0,2278 = Konstanta penjumlahan

Satuan laju serapan CO<sub>2</sub> dikonversi ke ton/m<sup>2</sup>/tahun, kemudian dihitung daya serapnya dengan rumus 2.7 berikut :

$$\text{Daya Serap CO}_2 \text{ (ton/tahun)} = \text{Laju Serapan CO}_2 \text{ (ton/m}^2\text{/tahun)} \times \text{Luas RTH (m}^2\text{)} \dots\dots\dots 2.7$$

Daya serap tanaman terhadap polutan udara juga dapat dipengaruhi oleh jenis tutupan vegetasi. Setiap jenis tutupan vegetasi memiliki kemampuan menyerap polutan yang berbeda tergantung karakteristik struktur vegetasi nya. Secara umum, daya serap vegetasi berdasarkan jenis tutupan dapat dilihat pada tabel 2.7 berikut (Prasetyo et al. (2002) dalam Tinambunan (2006)) :

**Tabel 2.7 Daya Serap Berbagai Tipe Penutup Vegetasi**

No.	Tipe Penutup Vegetasi	Daya Serap Gas CO <sub>2</sub> (kg/ha/jam)	Daya Serap Gas CO <sub>2</sub> (ton/ha/tahun)
1	Pohon	129,92	569,07
2	Semak Belukar	12,56	55
3	Padang Rumput	2,74	12
4	Sawah	2,74	12

Sumber : Prasetyo et al. (2002) dalam Tinambunan (2006)

Dengan mengetahui daya serap tiap tipe penutup vegetasi, maka dapat dihitung total daya serap tanaman dengan rumus 2.8 berikut

:

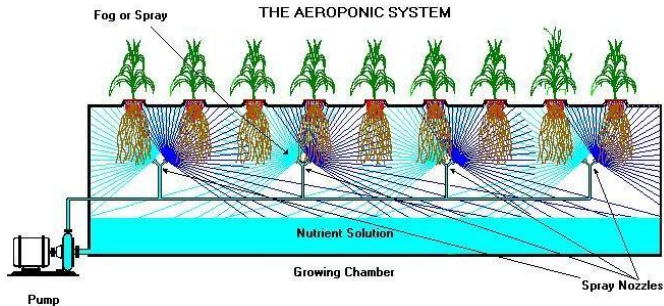
$$\text{Daya Serap CO}_2 \text{ Vegetasi (kg/tahun)} = \text{Luas Tutupan Vegetasi (ha)} \times \text{Daya Serap CO}_2 \text{ Tutupan Vegetasi (kg/ha/tahun)} \dots 2.8$$

## **2.6 Upaya Pengembangan RTH dengan Keterbatasan Lahan**

Perluasan RTH secara horizontal sangat sulit dilakukan dalam kondisi keterbatasan lahan. Oleh karena itu, perlu menyasiasi kesulitan tersebut dengan alternatif teknik pengembangan RTH untuk wilayah dengan lahan yang terbatas. Terdapat 2 alternatif solusi yang cukup praktis secara pembuatan instalasi dan operasional perawatan yang sesuai untuk diterapkan dalam pengembangan RTH publik perkotaan sebagai berikut :

### *1. Aeroponics*

Aeroponik adalah proses tumbuh tanaman di lingkungan udara atau kabut tanpa menggunakan tanah atau media agregat (geoponics). Prinsip dasar dari tumbuh aeroponik adalah tanaman tumbuh pada media yang digantung tertutup atau semi-tertutup dengan menyemprotkan air kaya nutrisi pada bagian batang bawah dan akar tanaman yang menjuntai. Air nutrisi dibuat dengan melarutkan pupuk yang mengandung nutrisi sesuai kebutuhan tanaman pada air. Penyemprotan dilakukan secara rutin dan secukupnya untuk menjaga kecukupan nutrisi dan air bagi tanaman. Tanaman yang dapat diaplikasikan pada teknik ini adalah tanaman dengan batang dan perakaran yang pendek. Media tanam yang digunakan dapat dipilih sesuai kebutuhan dan kreativitas selama media tersebut mampu menahan batang dan perakaran tanaman ketika digantung, serta tidak menghalangi air nutrisi ketika disemprotkan pada batang bawah dan akar tanaman (BPTP Balitbangtan Riau, 2017). Ilustrasi aeroponik ditunjukkan pada gambar berikut :



**Gambar 2.3 Aeroponik**

*Sumber : Farmxchange Aeroponic System, 2013*

## 2. Vertical Landscape

Vertical landscape adalah teknik menanam tanaman secara vertikal ke atas dengan atau tanpa media tanah dengan instalasi tertentu. Tanaman yang dapat diaplikasikan pada teknik ini adalah tanaman dengan batang dan perakaran yang pendek. Perawatan tanaman dengan teknik vertikal sama dengan perawatan tanaman teknik horizontal pada umumnya yakni dengan pemberian pupuk dan air serta pengontrolan kondisi secara rutin. Desain instalasi dapat dibuat sekreatif dan seartistik mungkin sesuai kondisi lingkungan yang ada. Ada tanaman yang ditanam dan disusun vertikal pada alat penyangga seperti rak yang sengaja dibuat dari kayu, bambu, paralon, atau besi, ditanam vertikal dengan menjadikan dinding sebagai media penyangga, maupun tanaman menjalar pada dinding atau alat penyangga tertentu. Wadah untuk tempat tanaman dapat menggunakan pot, ember, wadah plastik bekas yang dapat dipakai ulang (re-use), kayu, paralon, atau bambu yang sengaja dirangkai menjadi wadah tanam (BPTP Balitbangtan Sulbar, 2016). Ilustrasi vertical landscape ditunjukkan pada gambar 2.5 berikut :



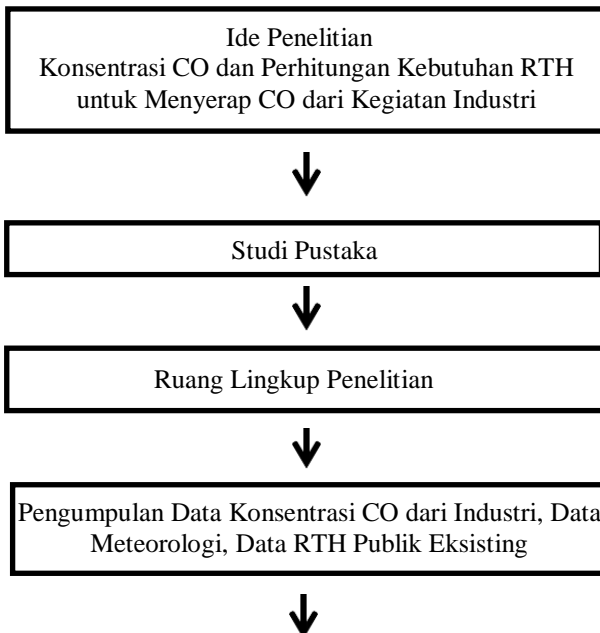
**Gambar 2.4 Vertical Landscape**

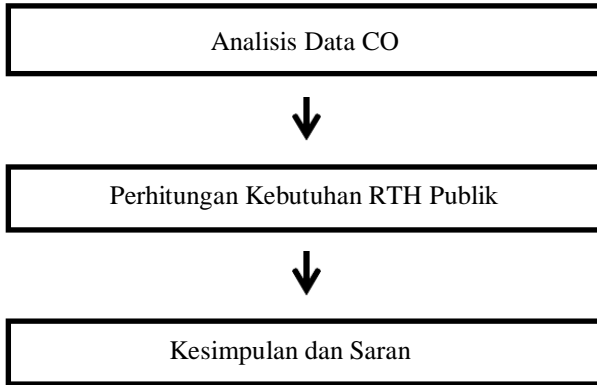
*Sumber : BPTP Balitbang Sulbar Teknologi Vertikultur, 2016*

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Prosedur Penelitian

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh dari observasi langsung di lapangan serta pengambilan dokumentasi. Sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh melalui kajian pustaka, internet, dan peta lokasi penelitian. Penelitian dilakukan dalam beberapa tahap kegiatan. Tahapan tersebut mencakup kegiatan studi pustaka, pengumpulan data konsentrasi gas CO, data meteorologi (arah dan kecepatan angin, suhu dan kelembaban udara), kondisi RTH eksisting di lokasi penelitian, analisis data, perhitungan kebutuhan RTH, hingga penarikan kesimpulan dan saran. Tahapan pengolahan dan analisis data penelitian, disajikan pada gambar 3.1 :





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

## 3.2 Pelaksanaan Penelitian

### 3.2.1 Studi Pustaka

Studi pendahuluan diawali oleh studi literatur untuk melengkapi dan mendukung data-data yang dihasilkan dari penelitian lapangan. Dalam studi literatur ini diperoleh teori-teori, rumus-rumus, dan prinsip-prinsip yang akan digunakan dalam penelitian. Studi literatur menjadi pedoman dalam melakukan penelitian. Literatur yang digunakan terkait dengan ruang lingkup penelitian. Dalam penelitian ini, tinjauan pustaka digunakan sebagai referensi didapatkan dari jurnal, text book, dan sumber lainnya. Dari referensi diperoleh sumber informasi yang berkaitan dengan penelitian yang meliputi diantaranya sebagai berikut :

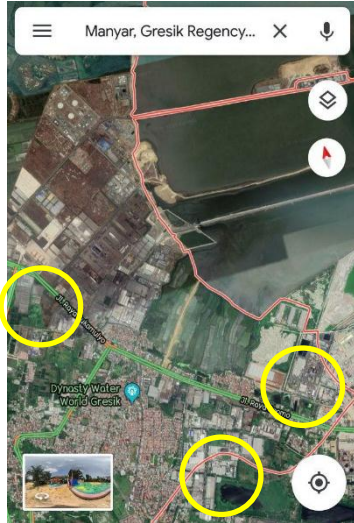
1. Gambaran umum wilayah studi.
2. Udara ambien, emisi, dan pencemaran udara.
3. Faktor meteorologis yang mempengaruhi pencemaran udara.
4. Karakteristik gas CO.
5. Kemampuan ruang terbuka hijau dalam menyerap gas CO<sub>2</sub>.

### **3.2.2 Studi Lapangan**

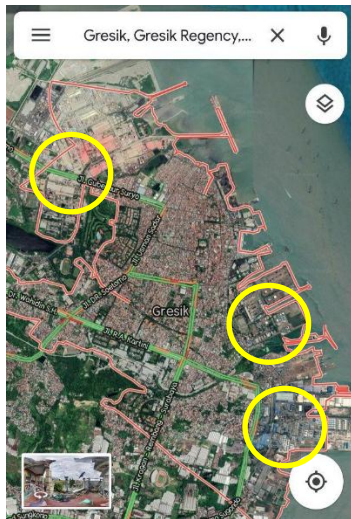
Studi lapangan yang dilakukan terdiri dari pengumpulan data emisi CO industri dan data RTH publik eksisting tiap kecamatan dari DLH Gresik serta sampling gas CO.

Pengumpulan data dari DLH Gresik diawali dengan mengajukan perizinan kemudian peneliti mendapatkan akses untuk mengumpulkan data emisi CO sampel industri serta data luas RTH publik di tiap kecamatan.

Pengambilan sampel dilakukan di kawasan industri. Industri di tiap kecamatan relatif terlokalisir dalam suatu kawasan. Hanya sebagian kecil saja yang terpenjar. Pengambilan sampel fokus di kawasan industri yang padat industrinya. Ditentukan pengambilan sampel dilakukan pada 3 titik di kawasan industri terlokalisir di tiap kecamatan. Pertimbangan dari penentuan titik lokasi pengambilan sampel sejumlah 3 titik adalah karena untuk mengetahui konsentrasi di area-area ujung dan area tengah kawasan industri terlokalisir yang ditentukan dengan melihat kondisi lokasi industri di peta google secara horizontal maupun vertikal. Setiap kali sebelum sampel udara diambil, dicek arah angin untuk menentukan posisi pengambilan sampel di tiap titik nya. Diambil di titik yang mengarah ke arah pemukiman warga. Lokasi penelitian di masing-masing kecamatan ditunjukkan pada gambar 3.2, gambar 3.3, dan gambar 3.4 berikut :

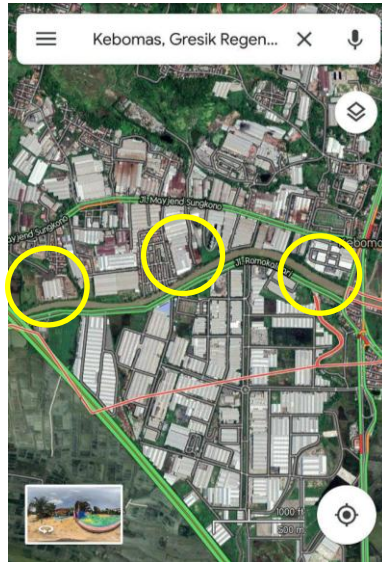


**Gambar 3.2 Lokasi Penelitian di Kecamatan Manyar**  
*Sumber : Google Earth Manyar District Gresik Regency*



**Gambar 3.3 Lokasi Penelitian di Kecamatan Gresik**  
*Sumber : Google Earth Gresik District Gresik Regency*





**Gambar 3.4 Lokasi Penelitian di Kecamatan Kebomas**  
*Sumber : Google Earth Kebomas District Gresik Regency*

### **3.2.3 Metode Pengambilan Sampel**

Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode manual, dimana sampel udara akan diambil di titik lokasi penelitian untuk kemudian diuji di laboratorium Pengendalian Pencemaran Udara dan Perubahan Iklim jurusan Teknik Lingkungan ITS. Seluruh metode pengambilan dan analisis sampel mengacu pada prosedur sampling dan uji kualitas udara ambien untuk polutan CO di Laboratorium Pengendalian Pencemaran Udara dan Perubahan Iklim jurusan Teknik Lingkungan ITS.

Pengambilan sampel dilakukan selama 1 hari pukul 07.00-19.00 WIB dengan beberapa interval waktu, masing-masing selama 1 jam untuk mengetahui nilai konsentrasi karbon dioksida beserta konsistensi atau variasinya. Interval waktu yang digunakan adalah sebagai berikut sesuai waktu aktifnya kegiatan industri pada umumnya :

- a. Interval waktu 07.00 – 09.00 (pagi)
- b. Interval waktu 12.00 – 14.00 (siang)
- c. Interval waktu 15.00 – 17.00 (sore)

Pengambilan sampel dilakukan di hari kerja aktif untuk mendapat nilai konsentrasi karbon dioksida yang paling tinggi. Aktivitas industri di 3 kecamatan dianggap konstan di hari Senin-Kamis.

Alat yang akan digunakan dalam pengambilan sampel diantaranya :

- a. Impinger atau NDIR (Non Dispersive Infra Red) Analyzer tipe BUCK Libra Personal Air Sampling Pump dengan kecepatan alir 1,5 L/menit, berfungsi sebagai pengumpul sampel konsentrasi gas CO, beserta tripod sebagai alat penyangga impinger.
- b. Humidity-Anemometer tipe Lutron AM-4205A, berfungsi untuk mengukur kelembaban udara, suhu udara, serta arah dan kecepatan angin.
- c. Microfost Excel di laptop untuk pencatatan dan pengolahan data penelitian.
- d. Google Earth di laptop atau google maps di handphone, berfungsi untuk keperluan terkait lokasi penelitian.
- e. Stopwatch handphone, berfungsi untuk mengukur waktu pengambilan sampel.
- f. Kamera handphone, berfungsi untuk dokumentasi pada saat penelitian.

Bahan yang digunakan dalam pengambilan sampel udara adalah larutan 2% KI yang berfungsi sebagai larutan penyerap polutan CO. Pembuatan Reagen CO :

1. Diambil 1 gram Kalium Iodida (KI).
2. Diencerkan dengan aquades hingga 50 mL.
3. Berlaku kelipatan untuk kebutuhan > 50 mL.

Pengukuran konsentrasi CO di lapangan menggunakan alat impinger dengan metode Iodine Pentoksida. Larutan absorben 2% KI yang telah diencerkan dengan aquades dimasukkan ke dalam tabung impinger. Kemudian tabung

impinger dimasukkan dan dihubungkan ke alat impinger untuk memompa udara masuk ke dalam larutan penyerap. Setelah sampling dilakukan, larutan penyerap diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer tipe Genesys 20 dengan panjang gelombang 390 nm.

Pengambilan data meteorologi seperti arah dan kecepatan angin, suhu dan kelembaban udara di lokasi penelitian dilakukan juga selama 1 jam bersamaan dengan pengambilan sampel udara yang mengandung polutan CO.

### 3.2.4 Analisis dan Pembahasan

Pembahasan dimulai dengan perhitungan konsentrasi gas CO melalui konversi nilai absorbansi dari spektrofotometer menjadi satuan ppm menggunakan rumus 3.1 Berikut :

$$\text{Konsentrasi CO (ppm)} = \frac{X \times A \times \text{Volume Reagen (L)}}{\text{Debit Udara} \left( \frac{\text{L}}{\text{menit}} \right) \times \text{Durasi Sampling (60 menit)}} \dots\dots\dots 3.1$$

dimana :

X = Koefisien konsentrasi CO dari kurva kalibrasi regresi linear antara nilai absorbansi dengan konsentrasi reagen

A = Nilai absorbansi

Kemudian hasil perhitungan dikonversi menjadi  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  dan dibandingkan dengan peraturan baku mutu.

Nilai konsentrasi CO yang didapatkan kemudian digunakan untuk menghitung beban konsentrasi gas CO dalam satu area Kecamatan Manyar, Gresik, dan Kebomas menggunakan metode box. Metode box digunakan untuk menghitung tingkat emisi pada suatu area dan tinggi pencemaran tertentu. Tujuannya adalah untuk mengetahui pemetaan tingkatan beban emisi CO yang akan dihasilkan dari kegiatan industri di setiap kecamatan (Rau and Wooten, 1980). Dihitung waktu tempuh gas pencemar di area dari ujung ke ujung (t) dan rata-rata konsentrasi pencemar (q) per satuan luas

area terlebih dahulu menggunakan rumus 3.2 dan rumus 3.3. Lalu dihitung beban konsentrasi CO area menggunakan rumus 3.4.

$$t (s) = \frac{L (m)}{U (\frac{m}{s})} \dots \dots \dots 3.2$$

$$q (\mu g/m^2/s) = \frac{Emisi\ CO (\frac{\mu g}{m^3})}{L (m) \times t (s)} \dots \dots \dots 3.3$$

$$C (\mu g/m^3) = \frac{q (\mu g/m^2/s) \times L (m)}{U (\frac{m}{s}) \times H (m)} \dots \dots \dots 3.4$$

dimana :

- L = Panjang area (m)
- H = Ketinggian pohon tertinggi di area (m)
- U = Kecepatan angin (m/s)
- C = Beban konsentrasi area ( $\mu g/m^3$ )

Nilai beban konsentrasi dalam satuan  $\mu g/m^3$  kemudian dikonversi ke dalam satuan massa supaya dapat dihitung penyerapan/reduksinya oleh RTH. Konversi dihitung menggunakan rumus 3.5 berikut (Drapper and Smith, 1992) :

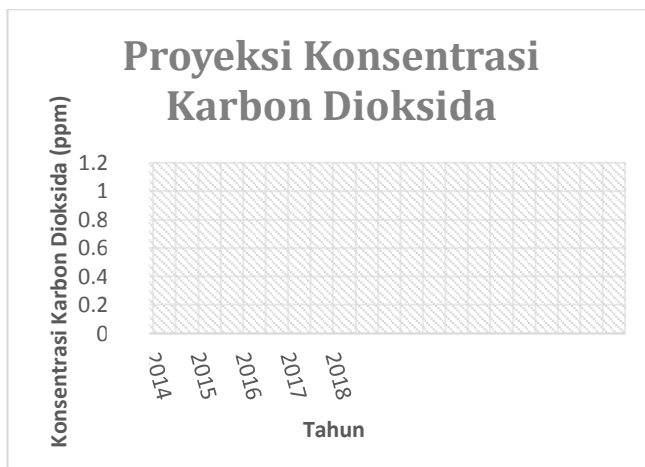
$$Konsentrasi\ CO (g/s) = \frac{V (m^3) \times C (\frac{\mu g}{m^3})}{t (s)} \times 10^{-6} \dots \dots \dots 3.5$$

dimana :

- V = Volume area ( $m^3$ ) = A ( $m^2$ ) x H (m)
- A = Luas area ( $m^2$ )
- H = Ketinggian pohon tertinggi di area (m)
- t = Waktu tempuh gas pencemar di area dari ujung ke ujung (s)

Setelah diketahui konsentrasi gas CO dalam satuan massa, konsentrasi gas CO baru dapat dikonversi ke gas CO<sub>2</sub> menggunakan rumus 2.5.

Dilakukan juga proyeksi konsentrasi karbon dioksida kecamatan selama 10 tahun kedepan dengan mencari rumus regresi linear data konsentrasi karbon dioksida di 3 kecamatan dari DLH Gresik tahun 2014-2018. Nilai Y adalah konsentrasi karbon dioksida, dan nilai X adalah tahun proyeksi. Proyeksi dilakukan untuk 5-10 tahun kedepan. Grafik untuk proyeksi ini dapat dilihat pada gambar 3.5 berikut :



**Gambar 3.5 Grafik Proyeksi Konsentrasi CO**

Selanjutnya pada tiap tahun proyeksi, dihitung kebutuhan luas RTH dengan 2 pendekatan, yakni pendekatan laju serap CO<sub>2</sub> saat fotosintesis pada tanaman dan pendekatan daya serap berdasar tipe tutupan vegetasi.

### 3.2.5 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan diperoleh dari ringkasan pembahasan yang telah diuraikan. Kesimpulan dari penelitian berupa nilai

konsentrasi gas CO di lokasi penelitian, kecukupan RTH eksisting untuk mereduksi beban konsentrasi gas CO, dan kebutuhan pengembangan RTH publik yang sesuai untuk menyerap konsentrasi gas CO.

### 3.2.6 Jadwal Penelitian

Kegiatan penelitian yang sudah dilaksanakan dapat dilihat pada tabel 3.2 berikut :

**Tabel 3.2 Pelaksanaan Kegiatan**

OKTOBER 2019							
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu
<b>Minggu 1</b>		1	2	3	4	5	6
<b>Minggu 2</b>	7	8	9	10	11	12	13
<b>Minggu 3</b>	14	15	16	17	18	19	20
<b>Minggu 4</b>	21	22	23	24	25	26	27
<b>Minggu 5</b>	28	29	30	31			
NOVEMBER 2019							
<b>Minggu 1</b>					1	2	3
<b>Minggu 2</b>	4	5	6	7	8	9	10
<b>Minggu 3</b>	11	12	13	14	15	16	17
<b>Minggu 4</b>	18	19	20	21	22	23	24
<b>Minggu 5</b>	25	26	27	28	29	30	
DESEMBER 2019							
<b>Minggu 1</b>							1
<b>Minggu 2</b>	2	3	4	5	6	7	8
<b>Minggu 3</b>	9	10	11	12	13	14	15
<b>Minggu 4</b>	16	17	18	19	20	21	22
<b>Minggu 5</b>	23	24	25	26	27	28	29

Keterangan :

	Pengambilan sampel udara
	Uji sampel udara di laboratorium
	Mengambil data ke DLH Gresik

### 3.2.7 Biaya Kegiatan

Perkiraan biaya pelaksanaan kegiatan penelitian yang sudah dikeluarkan dapat dilihat pada tabel 3.3 berikut :

**Tabel 3.3 Biaya Kegiatan**

<b>Kebutuhan</b>	<b>Pengeluaran</b>
Transpotasi Surabaya-Gresik	Rp 150.000
Laporan	Rp 250.000
Total	Rp 400.000

“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”



## **BAB IV**

### **ANALISA DAN PEMBAHASAN HASIL**

#### **4.1 Emisi Karbon Monoksida Industri**

Sebelumnya peneliti hendak menggunakan data sampling rutin yang dilakukan DLH Gresik terhadap emisi dan kualitas udara ambien CO di 3 kecamatan yang menjadi fokus penelitian. Akan tetapi saat berkunjung ke kantor DLH Gresik, petugas menjelaskan bahwa dari DLH Gresik tidak melakukan sampling rutin. Laboratorium yang ada di DLH Gresik biasanya hanya digunakan untuk melakukan sampling pesanan (by order) dari perusahaan yang hendak menggunakan jasa nya. Untuk pemantauan emisi dan kualitas udara ambien kaitannya dengan kegiatan industri di 3 kecamatan tersebut, selama ini DLH Gresik hanya menerima laporan saja dari industri-industri. Itupun tidak semua industri, melainkan hanya industri yang aktif melaporkan saja setiap semesternya.

Hal ini senada dengan penjelasan DLH Gresik di media massa bahwa selama ini pantauan DLH Gresik terhadap tingkat pencemaran udara masih lemah lantaran keterbatasan anggaran, dan minimnya jumlah petugas pantau. Tahun 2008, pihak DLH Gresik mengajukan usulan pembelian alat pengukur kualitas pencemaran udara kepada Pemkab Gresik namun belum bisa terealisasi karena mahalnya harga alat tersebut. Padahal semestinya Gresik sebagai daerah industri mempunyai alat tersebut. Anggaran untuk melakukan uji emisi pun tidak dialokasikan. Uji ambien yang mestinya setahun dilakukan dua kali di musim hujan dan kemarau, hanya dilakukan sekali uji.

Karena keterbatasan ketersediaan data tersebut, maka peneliti hanya menggunakan data pantauan emisi CO dari laporan-laporan industri yang ada di DLH Gresik. Data diambil dari beberapa sampel industri saja mengingat jumlah industri di 3 kecamatan yang mencapai ratusan hingga ribuan industri.

Perhitungan sampel dihitung dari jumlah industri besar-sedang di 3 kecamatan karena dianggap industri besar-sedang lah

yang umumnya berkontribusi lebih besar terhadap peningkatan konsentrasi CO dibandingkan industri-industri kecil dan industri rumah tangga. Berdasarkan data dari BPS Kabupaten Gresik update tahun 2015, jumlah industri besar-sedang di 3 kecamatan dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut :

**Tabel 4.1 Jumlah Industri Besar-Sedang di 3 Kecamatan**

Kecamatan	Jumlah Industri
Manyar	29
Gresik	9
Kebomas	67

*Sumber : BPS Kabupaten Gresik*

Menggunakan rumus Slovin, dihitung jumlah sampel industri yang perlu digunakan data nya untuk mewakili perhitungan konsentrasi CO dari kegiatan industri di 3 kecamatan. Rumus Slovin yang digunakan untuk menghitung adalah sebagai berikut :

$$n = N / (1 + (N \times e^2))$$

Dimana :

- n = jumlah sampel industri
- N = jumlah seluruh industri
- e = margin of error yang ditetapkan

Dengan tingkat error 5%, dihitung jumlah sampel industri. Contoh perhitungannya untuk Kecamatan Manyar sebagai berikut :

- Jumlah industri Kec. Manyar = N = 29
- Sampel industri Kec. Manyar =  $n = 29 / (1 + (29 \times 0,05^2)) = 11,8$

Hasil perhitungan sampel industri di tiap kecamatan selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut :

**Tabel 4.2 Jumlah Sampel Industri**

<b>Kecamatan</b>	<b>Jumlah Industri</b>
Manyar	11,8 $\approx$ 12
Gresik	6,2 $\approx$ 6
Kebomas	15,4 $\approx$ 15

*Sumber : Hasil Perhitungan*

Sampai akhir penelitian ini, peneliti tidak mendapatkan data lengkap seluruh sampel industri dikarenakan bentuk laporan industri yang ada di DLH Gresik berupa hardfile dan dari petugas DLH Gresik cukup kesulitan untuk membongkar lemari arsip yang sudah menumpuk. Selain itu dikarenakan industri tidak pasti selalu melapor setiap tahunnya ke DLH, maka dokumen yang tersedia hanya seadanya yakni ada yang laporan tahun 2018 saja dan ada yang laporan tahun 2019 saja. Data industri yang menghasilkan emisi CO yang berhasil didapatkan hanya 4 industri di Kecamatan Manyar, 4 industri di Kecamatan Gresik, dan industri di Kecamatan Kebomas. Kecamatan Kebomas paling sedikit datanya dikarenakan menurut staff DLH Gresik rata-rata industri di Kecamatan Kebomas yang melapor ke DLH merupakan industri kayu yang tidak menghasilkan emisi CO dari proses produksinya sehingga hanya sedikit data industri yang sesuai dengan kebutuhan penelitian ini. Data emisi CO dari industri sampel yang ada dihitung rata-rata nya sehingga didapatkan nilai rata-rata emisi CO industri per sumber emisi di tiap kecamatan. Contoh perhitungan untuk emisi CO industri di Kecamatan Kebomas sebagai berikut :

- Emisi CO PT. PGN Saka = Sumber 1 + Sumber 2 = 180,88 + 176,42 = 357,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Rata-rata emisi CO PT. PGN Saka = 357,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  / 2 sumber = 178,65  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  per sumber
- Emisi CO PT. PLN Gresik = Sumber 1 = 6,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Rata-rata emisi CO PT. PLN Gresik = 6.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  / 1 sumber = 6.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  per sumber
- Emisi CO Kec. Kebomas = 178,65 + 6.8 = 92,725  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  per sumber

Hasil perhitungan emisi CO industri per sumber di tiap kecamatan selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut :

**Tabel 4.3 Nilai Emisi CO Industri Tiap Kecamatan**

Kecamatan	Industri	Emisi CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Rata-Rata ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Manyar	PT. Harum Alam Segar	24.5 (4 sumber)	274,7075 (4 sumber per industri)
	PT. Berkah Kawasan Manyar Sejahtera	533 (1 sumber)	
	PT. Karunia Alam Segar	305.33 (9 sumber)	
	PT. Cargill	236 (1 sumber)	
Gresik	PT. Pertamina Lubricants	145 (2 sumber)	126,47 (7 sumber per industri)
	PT. Wilmar Nabati Indonesia	105 (4 sumber)	
	PT. Pertamina PHE WMO	156,88 (17 sumber)	
	PT. Petro Oxo	99 (1 sumber)	
Kebomas	PGN Saka	178.65 (2 sumber)	92,725 (2 sumber per industri)
	PT. PLN Gresik	6.8 (1 sumber)	

*Sumber : DLH Gresik dan Hasil Perhitungan*

Jika dilihat dari laporan industri ke DLH Gresik, pada lampiran uji laboratorium nya rata-rata menggunakan standar emisi  $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$  yakni emisi untuk pembangkit listrik diesel dan genset berbahan bakar minyak. Dari data diatas, emisi CO per sumber emisi di industri pada 3 kecamatan rata-rata masih masih memenuhi baku mutu emisi menurut PerMen LHK No. 15/2019 dimana batas maksimal emisi CO per sumber (alat) adalah  $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Hasil ini sebenarnya kurang mewakili/representatif dikarenakan jumlah industri yang dihitung emisinya tidak sesuai

dengan jumlah minimal industri yang seharusnya menjadi sampel karena keterbatasan data yang ada di DLH Gresik.

Kesimpulan ini senada dengan analisa dari DLH Gresik bahwa emisi CO paling tinggi kontribusinya dari kegiatan transportasi, baru berikutnya dari kegiatan industri. Tetapi perlu menjadi catatan bahwa kegiatan transportasi di kota industri seperti Gresik didominasi oleh transportasi kendaraan industri, selain juga kendaraan dari aktivitas warga setempat.

Data yang ada di DLH Gresik terbatas hanya ada tahun 2018 serta tahun 2019 saja. Data dari tahun-tahun sebelumnya sudah dimusnahkan menurut keterangan staff DLH yang mengurus bagian arsip laporan industri. Selain itu industri juga tidak selalu melapor tiap tahunnya, sehingga ada industri yang laporan tahun 2018 nya ada tetapi laporan tahun 2019 nya tidak ada. Sehingga untuk perhitungan proyeksi dalam penelitian ini terpaksa tidak dilakukan karena keterbatasan data yang ada.

Untuk mengetahui total konsentrasi gas CO dari aktivitas industri dan dapat mempengaruhi kualitas udara ambien kecamatan maka dihitung total emisi CO industri di tiap kecamatan. Total emisi CO industri didapatkan dengan mengkalikan nilai emisi CO industri per sumber dengan rata-rata jumlah sumber emisi per industri di tiap kecamatan dan dikalikan lagi dengan jumlah seluruh industri besar-sedang yang ada di tiap kecamatan. Contoh perhitungan total emisi CO industri di Kecamatan Manyar :

- Emisi CO = 274,7075  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  per industri
- Jumlah sumber emisi = 4 sumber emisi per industri
- Jumlah seluruh industri besar-sedang = 29 industri
- Total emisi CO = 31.866,07  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Hasil perhitungan total emisi CO di tiap kecamatan dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut :

**Tabel 4.4 Total Emisi CO Tiap Kecamatan**

<b>Kecamatan</b>	<b>Total Emisi CO (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>
Manyar	31.866,07
Gresik	7.967,61
Kebomas	12.425,15

*Sumber : Hasil Perhitungan*

Dari hasil perhitungan di atas, dapat disimpulkan konsentrasi CO dari aktivitas industri di Kecamatan Manyar melebihi baku mutu parameter CO udara ambien menurut PerGub Jatim No. 10/2009, dimana maksimal kadar CO adalah  $22.600 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per 8 jam. Sedangkan di Kecamatan Gresik dan Kebomas masih memenuhi baku mutu.

Sampling lapangan dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan data pembandingan terhadap data yang diperoleh dari DLH Gresik dalam hal kualitas udara ambien. Peneliti melakukan sampling di 3 titik di sekitar lokasi kegiatan industri di 3 kecamatan. Menggunakan interval waktu pagi (07.00-09.00 WIB), siang (12.00-14.00 WIB), sore (15.00-17.00 WIB) masing-masing selama 1 jam, di salah satu hari kerja aktif antara hari Senin s/d Kamis.

Setelah melakukan sampling di 3 titik, didapatkan bahwa nilai CO tertinggi adalah pada waktu pagi menjelang siang dan siang hari. Sehingga untuk memfokuskan pada nilai CO tertinggi, maka sampling di titik-titik selanjutnya hanya dilakukan di waktu pagi menjelang siang atau siang yakni pada rentang jam 09.30-14.30 WIB. Sampel kemudian diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer di laboratorium Pengendalian Pencemaran Udara dan Perubahan Iklim Departemen Teknik Lingkungan ITS. Berikut adalah hasil sampling lapangan yang telah dilakukan pada tabl 4.5 :

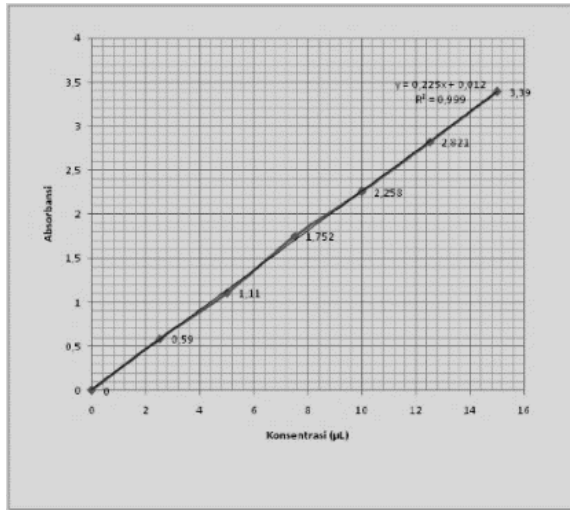
**Tabel 4.5 Hasil Sampling Lapangan**

Kecamatan	Absorbansi (A)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Kecepatan Angin (m/s)	Arah Angin
<b>Kecamatan Manyar</b>					
<b>Titik 1</b>	Pagi = 0,134	± 36,5	± 45,5	± 0,3	Barat
	Siang = 0,079	± 39,2	± 27	± 1,7	Barat
	Sore = 0,060	± 33,9	± 56,5	± 1,3	Barat
<b>Titik 2</b>	Pagi = 0,065	± 37,8	± 42,7	± 0,1	Timur
	Siang = 0,058	± 41,1	± 31,5	± 1,1	Timur
	Sore = 0,061	± 33,1	± 60,5	± 1,5	Timur
<b>Titik 3</b>	Pagi = 0,062	± 35,6	± 48,7	± 0,9	Barat
	Siang = 0,062	± 36	± 53,7	± 1,5	Barat
	Sore = 0,055	± 31,7	± 64,5	± 1	Barat
<b>Kecamatan Gresik</b>					
<b>Titik 1</b>	0,063	± 41,3	± 35,7	± 1,1	Selatan
<b>Titik 2</b>	0,061	± 38,6	± 38,3	± 1,3	Barat Daya
<b>Titik 3</b>	0,070	± 34,5	± 55,5	± 1,6	Barat Daya
<b>Kecamatan Kebomas</b>					
<b>Titik 1</b>	0,061	± 43,3	± 32,3	± 0,2	Timur Laut
<b>Titik 2</b>	0,060	± 39,6	± 33,3	± 0,9	Timur
<b>Titik 3</b>	0,060	± 35,7	± 50,5	± 0,9	Barat

*Sumber : Hasil Sampling*

Nilai suhu dan kelembaban berpengaruh terhadap pergerakan angin, dimana semakin tinggi suhu dan rendah kelembabannya maka semakin mudah angin bergerak (semakin cepat). Sebaliknya semakin rendah suhu dan tinggi kelembabannya maka semakin sulit angin bergerak (semakin lambat). Arah angin menyatakan kecenderungan penyebaran/pendispersian polutan CO dari kegiatan industri, yakni ke arah pemukiman warga serta ada yang ke arah laut (posisi lokasi dekat dengan pelabuhan). Beberapa dokumentasi dari kegiatan di laboratorium dan sampling di lapangan dapat dilihat pada lampiran 1 dan 2.

Nilai absorbansi sampel kemudian dikonversi ke dalam satuan ppm serta  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Sampling dilakukan menggunakan impinger modifikasi dengan kecepatan vakum 1,5 L/menit terhadap 20 mL reagen KI. Koefisien konsentrasi CO didapat dari kurva kalibrasi sebesar 0,225 yang ditunjukkan pada gambar 4.1 berikut :



**Gambar 4.1 Grafik Konsentrasi CO dari Kurva Kalibrasi**

*Sumber : Hasil Percobaan*

Kurva kalibrasi didapat dari percobaan pengukuran absorbansi pada beberapa sampel larutan KI dengan variasi volume dan konsentrasi yang ditunjukkan pada tabel 4.5 berikut :

**Tabel 4.6 Konsentrasi Larutan KI dan Absorbansi**

Volume (mL)	Konsentrasi	Absorbansi
0	0	0
0.5	2,5	0,59
1	5	1,11
1,5	7,5	1,752
2	10	2,258
2,5	12,5	2,821
3	15	3,39

*Sumber : Hasil Percobaan*



Contoh perhitungan konversi dari absorbansi ke satuan ppm dan  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  :

- Nilai absorbansi titik 1 Kecamatan Gresik (A) = 0,063 A
- Volume reagen (V) = 20 mL = 0,02 L
- Koefisien kurva kalibrasi (X) = 0,225
- Debit udara impinger (Q) = 1,5 L/menit
- Durasi sampling (t) = 60 menit
- Konsentrasi CO (ppm) =  $\frac{X \times A \times V}{Q \times t} = \frac{0,225 \times 0,063 \times 0,02}{1,5 \times 60} = 0,315 \times 10^{-5}$  ppm
- Konsentrasi CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) = ppm  $\times 1000 \times \left(\frac{P \times M}{R \times T}\right) = 0,315 \times 10^{-5} \times 1000 \times 1.25 = 3,938 \times 10^{-3}$

Hasil konversi ke satuan ppm dan  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut :

**Tabel 4.7 Nilai Konsentrasi CO Sampling**

	Absorbansi (A)	ppm	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Rata-Rata Kecamatan ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>Kecamatan Manyar</b>				
<b>Titik 1</b>	Pagi = 0,134	$0,67 \times 10^{-5}$	$8,375 \times 10^{-3}$	$4,417 \times 10^{-3}$
	Siang = 0,079	$0,395 \times 10^{-5}$	$4,938 \times 10^{-3}$	
	Sore = 0,060	$0,3 \times 10^{-5}$	$3,75 \times 10^{-3}$	
<b>Titik 2</b>	Pagi = 0,065	$0,325 \times 10^{-5}$	$4,063 \times 10^{-3}$	
	Siang = 0,058	$0,29 \times 10^{-5}$	$3,625 \times 10^{-3}$	
	Sore = 0,061	$0,305 \times 10^{-5}$	$3,813 \times 10^{-3}$	
<b>Titik 3</b>	Pagi = 0,062	$0,31 \times 10^{-5}$	$3,875 \times 10^{-3}$	
	Siang = 0,062	$0,31 \times 10^{-5}$	$3,875 \times 10^{-3}$	
	Sore = 0,055	$0,275 \times 10^{-5}$	$3,438 \times 10^{-3}$	
<b>Kecamatan Gresik</b>				
<b>Titik 1</b>	0,063	$0,315 \times 10^{-5}$	$3,938 \times 10^{-3}$	$4,402 \times 10^{-3}$
<b>Titik 2</b>	0,061	$0,305 \times 10^{-5}$	$3,813 \times 10^{-3}$	
<b>Titik 3</b>	0,070	$0,35 \times 10^{-5}$	$4,375 \times 10^{-3}$	
<b>Kecamatan Kebomas</b>				
<b>Titik 1</b>	0,061	$0,305 \times 10^{-5}$	$3,813 \times 10^{-3}$	$3,771 \times 10^{-3}$
<b>Titik 2</b>	0,060	$0,3 \times 10^{-5}$	$3,75 \times 10^{-3}$	
<b>Titik 3</b>	0,060	$0,3 \times 10^{-5}$	$3,75 \times 10^{-3}$	

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari data diatas, konsentrasi CO per 1 jam di lokasi sekitar kegiatan industri di 3 kecamatan masih memenuhi baku mutu Peraturan Gubernur Jatim No. 10 tahun 2009 tentang Baku Mutu Udara Ambien Provinsi, batas konsentrasi CO udara ambien maksimal adalah 22600  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  per 8 jam.

Hasil sampling lapangan jauh dibandingkan dengan data dari DLH Gresik kemungkinan dikarenakan sampling yang memang tidak dilakukan di area internal industri, melainkan hanya berlokasi di luar industri yang masih dekat dengan industri sebagai sumber aktivitas yang menghasilkan polutan. Selain itu, kemungkinan juga dikarenakan alat impinger yang digunakan hanya impinger modifikasi sehingga kemampuan vakum nya tidak seoptimal impinger non-modifikasi. Adanya angin yang menyebabkan dispersi (pergerakan dan penyebaran) gas CO dari industri kemungkinan juga berpengaruh.

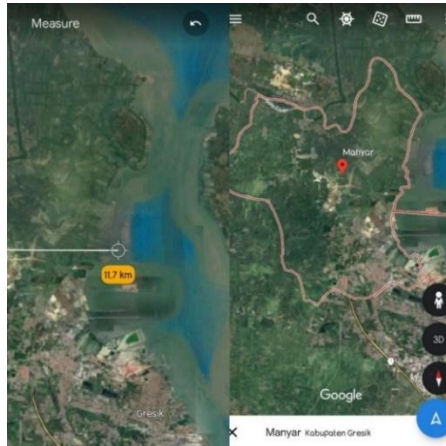
#### **4.2 Beban Konsentrasi Karbon Monoksida Kecamatan**

Perhitungan beban konsentrasi gas CO dalam satu area kecamatan Manyar, Gresik, dan Kebomas diperlukan untuk dapat menghitung beban konsentrasi gas CO yang diserap oleh vegetasi RTH publik di tiap kecamatan.

Pengukuran beban konsentrasi CO area menggunakan rumus box model. Diperlukan beberapa data seperti data panjang kecamatan, kecepatan angin, rata-rata tinggi pohon di kecamatan, dan total emisi CO industri di kecamatan.

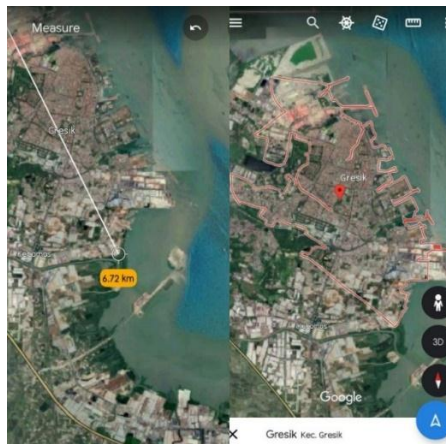
Panjang area 3 kecamatan diukur dari peta di aplikasi google earth menurut arah angin dari hasil sampling lapangan. Arah angin di Kecamatan Manyar cenderung mengarah antara barat dan timur sehingga panjang (L) kecamatan diukur secara horizontal, yakni  $\pm 11,7$  km. Di Kecamatan Gresik arah angin cenderung mengarah antara selatan dan barat daya sehingga panjang (L) kecamatan diukur secara vertikal, yakni sekitar  $\pm 6,72$  km. Di Kecamatan Kebomas arah angin cenderung mengarah antara timur, timur laut, dan barat sehingga panjang (L) kecamatan diukur secara horizontal, yakni sekitar  $\pm 9,42$  km. Panjang (L) tiap

kecamatan dapat dilihat pada gambar 4.2, gambar 4.3, dan gambar 4.3 berikut :



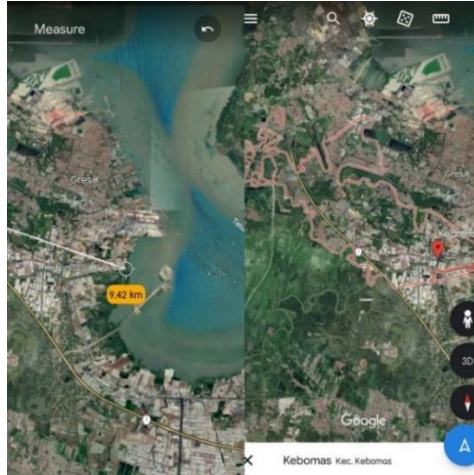
**Gambar 4.2 Panjang (L) Kec. Manyar (kiri) dan Batas Kec. Manyar (kanan)**

*Sumber : Google Earth Manyar District Gresik Regency*



**Gambar 4.3 Panjang (L) Kec. Gresik (kiri) dan Batas Kec. Gresik (kanan)**

*Sumber : Google Earth Gresik District Gresik Regency*



**Gambar 4.4 Panjang (L) Kec. Kebomas (kiri) dan Batas Kec. Kebomas (kanan)**

*Sumber : Google Earth Kebomas District Gresik Regency*

Dari hasil survei di lapangan, rata-rata ketinggian pepohonan di 3 kecamatan adalah sekitar 5 meter. Rata-rata kecepatan angin dari sampling lapangan adalah 1,04 m/s di Kecamatan Manyar, 1,3 m/s di Kecamatan Gresik, dan 0,667 m/s di Kecamatan Kebomas. Nilai CO yang digunakan adalah nilai CO dari DLH Gresik sebagai data utama. Contoh perhitungan beban CO di Kecamatan Manyar :

- $L = 11,7 \text{ km}$
- $U = 1,04 \text{ m/s}$
- Emisi CO total =  $31.866,07 \text{ } \mu\text{g/m}^3$
- $H = 5 \text{ m}$
- $t = \frac{L \text{ (m)}}{U \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)} = \frac{11700 \text{ m}}{1,04 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 11.250 \text{ s}$
- $q = \frac{\text{Emisi CO } \left(\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3}\right)}{L \text{ (m)} \times t \text{ (s)}} = \frac{31866,07 \left(\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3}\right)}{11700 \text{ (m)} \times 11.250 \text{ (s)}} = 0,000242 \text{ } \mu\text{g/m}^2/\text{s}$
- $C = \frac{q \text{ (}\mu\text{g/m}^2/\text{s}) \times L \text{ (m)}}{U \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right) \times H \text{ (m)}} = \frac{0,000242 \text{ (}\mu\text{g/m}^2/\text{s}) \times 11700 \text{ (m)}}{1,04 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right) \times 5 \text{ (m)}} = 0,5447 \text{ } \mu\text{g/m}^3$

Hasil perhitungan beban konsentrasi gas CO area di tiap kecamatan selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.8 berikut :

**Tabel 4.8 Beban CO Tiap Kecamatan**

Kecamatan	Data DLH Gresik	
	Emisi CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Beban CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Manyar	31.866,07	0,5447
Gresik	7.967,61	0,237
Kebomas	12.425,15	0,2638

*Sumber : Hasil Perhitungan*

Nilai beban konsentrasi dalam satuan  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  kemudian dikonversi ke dalam satuan massa supaya dapat dihitung penyerapan/reduksinya oleh RTH ketika nanti dalam bentuk senyawa  $\text{CO}_2$ . Untuk konversi ke satuan massa, diperlukan data luas kecamatan. Secara administratif, luas Kecamatan Manyar 954,2 ha (9.542.000  $\text{m}^2$ ), Kecamatan Gresik 554 ha (5.540.000  $\text{m}^2$ ), Kecamatan Kebomas 3006 ha (30.060.000  $\text{m}^2$ ). Contoh perhitungan beban CO Kecamatan Manyar dalam satuan massa adalah sebagai berikut :

- $V = A \times H = 9542000 \text{ m}^2 \times 5 \text{ m} = 47.710.000 \text{ m}^3$
- $C = 0,5447 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- $t = 11.250 \text{ s}$
- $\text{Beban CO} = \frac{V (\text{m}^3) \times C \left(\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3}\right)}{t (\text{s})} \times 10^{-6} = \frac{47710000 (\text{m}^3) \times 0,5447 \left(\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3}\right)}{11250 (\text{s})} \times 10^{-6} = 2310 \text{ g/s} = 72.848.160 \text{ kg/tahun}$

Hasil perhitungan konversi beban CO tiap kecamatan ke satuan massa dapat dilihat pada tabel 4.9 berikut :

**Tabel 4.9 Beban CO Kecamatan dalam Satuan Massa**

Kecamatan	Beban CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Beban CO (g/s)	Beban CO (kg/tahun)
Manyar	0,5447	2310	72.848.160
Gresik	0,237	1269,9	40.047.566,4
Kebomas	0,2638	2807,428	88.535.049,408

*Sumber : Hasil Perhitungan*

Beban konsentrasi gas CO akan berkonversi menjadi gas CO<sub>2</sub> sebelum diserap oleh vegetasi. Proses konversi ini tentunya membutuhkan waktu. Di sisi lain terdapat angin yang bergerak dengan kecepatan tertentu sehingga memungkinkan polutan gas CO juga bergerak sebelum diserap oleh vegetasi. Akan tetapi adanya turbulensi udara akibat keberadaan pepohonan, gedung, gerak transportasi, memungkinkan polutan gas CO menetap lebih lama di area kecamatan, sehingga ada selang waktu bagi polutan gas CO untuk berkonversi menjadi gas CO<sub>2</sub> dan diserap oleh vegetasi RTH yang tersebar di wilayah kecamatan. Terkait lama nya selang waktu proses koversi gas CO menjadi gas CO<sub>2</sub>, menurut Cristina dan Ratni (2012) dalam penelitiannya mendapatkan kesimpulan bahwa semakin lama waktu pemaparan dan waktu kontak, semakin tinggi tingkat penyerapan CO (dalam bentuk senyawa CO<sub>2</sub>).

Untuk memastikan adanya penyerapan polutan CO di lokasi penelitian, dilakukan pengujian sampel udara CO di sekitar kawasan industri di titik sebelum adanya pepohonan dan setelah adanya pepohonan. Titik setelah pepohonan diambil sesuai arah gerak angin, misalnya jika arah angin ke timur maka diambil titik setelah pepohonan yang mengarah ke timur dari titik awal pengambilan sampel sebelum adanya pepohonan. Pengambilan sampel dilakukan masing-masing selama 15 menit. Cara perhitungan hasil pengujian sama dengan cara perhitungan hasil sampling sebelumnya. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.10 berikut :

**Tabel 4.10 Penyerapan CO oleh Tanaman**

	Absorbansi (A)	ppm	µg/m <sup>3</sup>
<b>Kecamatan Manyar</b>			
Titik 1	0,061	$0,3 \times 10^{-5}$	$3,75 \times 10^{-3}$
Titik 2	0,060	$0,305 \times 10^{-5}$	$3,8 \times 10^{-3}$
<b>Kecamatan Gresik</b>			
Titik 1	0,059	$0,295 \times 10^{-5}$	$3,69 \times 10^{-3}$
Titik 2	0,058	$0,29 \times 10^{-5}$	$3,63 \times 10^{-3}$
<b>Kecamatan Kebomas</b>			
Titik 1	0,057	$0,285 \times 10^{-5}$	$3,56 \times 10^{-3}$
Titik 2	0,056	$0,28 \times 10^{-5}$	$3,5 \times 10^{-3}$

*Sumber : Hasil Sampling*

Dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa terjadi penyerapan meskipun tidak signifikan yang mungkin dapat dipengaruhi adanya gerakan angin maupun error selama sampling.

Perhitungan proyeksi beban konsentrasi gas CO di 3 kecamatan tidak dapat dilakukan karena tidak didapatkan data tren nilai konsentrasi CO tahun 2018 s/d 2019 secara lengkap dari DLH Gresik.

Beban CO akan diserap oleh vegetasi RTH dalam bentuk senyawa CO<sub>2</sub>, sehingga perlu dihitung konversi beban gas dari CO ke CO<sub>2</sub>. Beban CO yang sudah dikonversi ke dalam senyawa CO<sub>2</sub> inilah yang akan menjadi acuan untuk menghitung kebutuhan RTH publik dari kemampuan daya serap RTH publik eksisting yang ada. Menurut Henne (2007), sekitar 70% oksidan kimia di atmosfer bereaksi dengan CO. Sehingga dalam penelitian ini, dianggap hanya 70% beban CO yang berkonversi menjadi CO<sub>2</sub> dan diserap oleh vegetasi RTH. Contoh perhitungan konversi beban CO ke senyawa CO<sub>2</sub> untuk Kecamatan Manyar sebagai berikut :

- Beban CO Kec. Manyar = 72.848.160 kg/tahun
- Mr. CO = 28; Mr. CO<sub>2</sub> = 44
- Beban CO<sub>2</sub> Kec. Manyar =  $K = 70\% \times \left(\frac{M}{Mr.CO}\right) \times Mr.CO_2$   
 $= 70\% \times \left(\frac{72.848.160 \text{ kg/tahun}}{28}\right) \times 44 = 80.132.976 \text{ kg/tahun}$

Hasil perhitungan konversi beban senyawa CO ke senyawa CO<sub>2</sub> selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.11 berikut :

**Tabel 4.11 Beban CO<sub>2</sub> Kecamatan**

Kecamatan	Beban CO (kg/tahun)	Beban CO <sub>2</sub> (kg/tahun)
<b>Manyar</b>	72.848.160	80.132.976
<b>Gresik</b>	40.047.566,4	44.053.304
<b>Kebomas</b>	88.535.049,408	97.388.554,35

*Sumber : Hasil Perhitungan*

### 4.3 Daya Serap Ruang Terbuka Hijau Publik

#### 4.3.1 Kondisi Eksisting dan Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau

Berdasarkan data survei primer DLH Gresik tahun 2016 dalam Laporan Data dan Analisa Penyusunan Rencana Aksi Pencapaian Ruang Terbuka Hijau Publik Kab. Gresik, kondisi RTH di tiap kecamatan dapat dilihat pada tabel 4.12 berikut :

**Tabel 4.12 Kondisi RTH Tiap Kecamatan**

	Luas RTH (ha)	Total	Persentase terhadap Luas
<b>Kecamatan Manyar</b>			
Taman	0,18	136,424	1,43%
Jalur hijau	8,214		
Tambak	4		
Lahan kosong	0,38		
Lapangan	0,61		
Waduk	9		
Hutan	111,96		
Makam	2,08		
<b>Kecamatan Gresik</b>			
Taman	12,8	24,07	4,3%
Jalur hijau	0,02		
Lahan kosong	0,23		
Lapangan	0,04		
Makam	6,48		
Kali	4,27		
Telaga	0,23		
<b>Kecamatan Kebomas</b>			
Taman	14,68	221,352	7,36%
Jalur hijau	2,452		
Lahan kosong	0,47		
Lapangan	4,68		
Waduk	2,5		
Hutan	2,45		
Makam	8,21		
Kali	4,45		
Mangrove	181,46		

Sumber : DLH Gresik, 2016



Catatan : Dokumentasi RTH di 3 kecamatan dapat dilihat pada lampiran 3, lampiran 4, dan lampiran 5.

Berdasarkan data pada tabel di atas, RTH publik eksisting di ketiga kecamatan masih sangat jauh dari standar RTH ideal menurut UU No.26/2007 tentang Penataan Ruang dimana RTH publik ideal minimal 20%.

#### 4.3.2 Pendekatan Laju Serapan CO<sub>2</sub>

Perhitungan daya serap RTH dengan pendekatan laju serapan CO<sub>2</sub> mengacu pada kemampuan vegetasi RTH dalam menyerap CO<sub>2</sub> pada saat proses fotosintesis. Karena Kabupaten Gresik beriklim tropis maka intensitas cahaya yang digunakan adalah intensitas cahaya garis lintang khatulistiwa, yakni sebesar 8540 1 kal/cm<sup>2</sup>/hari. Hasil perhitungan daya serap RTH dengan pendekatan laju serap CO<sub>2</sub> di tiap Kecamatan dapat dilihat pada tabel 4.13 berikut :

**Tabel 4.13 Daya Serap RTH Pendekatan Laju Serap CO<sub>2</sub>**

Kecamatan	Laju Serapan (g/m <sup>2</sup> /tahun)	Luas RTH (m <sup>2</sup> )	Daya Serap CO <sub>2</sub> (kg/tahun)
Manyar	0,0275	1364240	37.530,86
Gresik		240700	6.621,766
Kebomas		2213520	60.894,94

*Sumber : Hasil Perhitungan*

Dari hasil perhitungan di atas, dapat diketahui bahwa daya serap RTH publik eksisting dengan pendekatan laju serapan CO<sub>2</sub> selama proses fotosintesis tidak mencukupi untuk menyerap keseluruhan beban gas CO dari aktivitas industri di ketiga kecamatan (yang sudah dikonversi ke dalam beban CO<sub>2</sub>). Hal ini dapat dilihat pada tabel 4.14 berikut :

**Tabel 4.14 Kebutuhan Daya Serap RTH Pendekatan Laju Serapan CO<sub>2</sub>**

Kecamatan	Daya Serap CO <sub>2</sub> (kg/tahun)	Beban CO <sub>2</sub> (kg/tahun)	Kebutuhan Daya Serap CO <sub>2</sub> (kg/tahun)
<b>Manyar</b>	37.530,86	80.132.976	80.095.445,14
<b>Gresik</b>	6.621,766	44.053.304	44.046.682, 234
<b>Kebomas</b>	60.894,94	97.388.554,35	97.327.659,41

*Sumber : Hasil Perhitungan*

### 4.3.3 Pendekatan Jenis Tutupan Vegetasi

Adanya kesulitan untuk survei jenis vegetasi di lapangan sebab banyak RTH yang lokasinya tidak bisa disurvei langsung seperti RTH di sempadan kali, RTH yang lokasinya tertutup untuk umum, sehingga peneliti memutuskan untuk menganalisis daya serap vegetasi RTH berdasarkan pendekatan jenis tutupan vegetasinya saja yang terkategori menjadi tutupan pohon (daya serap 569,07 ton/ha/tahun), semak (55 ton/ha/tahun), dan rumput (12 ton/ha/tahun) (Tinambunan, 2006).

Perhitungan luas tiap jenis tutupan vegetasi dilakukan dengan membuat skenario prosentase luas jenis tutupan vegetasi terhadap luas keseluruhan RTH publik di kecamatan. Dibuat 6 skenario dengan prosentase maksimum, medium, dan minimum di tiap jenis tutupan vegetasi, sehingga dapat diketahui variasi dan perbandingan daya serap RTH publik antar skenario. Skenario prosentase ditunjukkan pada tabel 4.15 berikut :

**Tabel 4.15 Skenario Perhitungan Jenis Tutupan Vegetasi**

Skenario	Pohon	Semak	Rumput
<b>1</b>	100%	0%	0%
<b>2</b>	0%	100%	0%
<b>3</b>	0%	0%	100%
<b>4</b>	50%	50%	0%
<b>5</b>	50%	0%	50%
<b>6</b>	0%	50%	50%

*Sumber : Hasil Perhitungan*

Dengan skenario tersebut, maka hasil perhitungan daya serap RTH publik eksisting dengan pendekatan jenis tutupan vegetasi dapat dilihat pada tabel 4.16 berikut :

**Tabel 4.16 Daya Serap RTH Pendekatan Jenis Tutupan Vegetasi**

Skenario	Luas RTH Publik (ha)	Pohon 569,07 ton/ha/tahun		Semak 55 kg/ha/tahun		Rumput 12 ton/ha/tahun		Total Daya Serap (kg/tahun)
		% Luas	Daya Serap	% Luas	Daya Serap	% Luas	Daya Serap	
<b>Kecamatan Manyar</b>								
1	136,424	100%	77.634,8	0%	0	0%	0	77.634,8
2		0%	0	100%	7.503,32	0%	0	7.503,3
3		0%	0	0%	0	100%	1.637,09	1.637,1
4		50%	38.817,4	50%	3.751,66	0%	0	42.569,1
5		50%	38.817,4	0%	0	50%	818,54	39.635,9
6		0%	0	50%	3.751,66	50%	818,54	4.570,2
<b>Kecamatan Gresik</b>								
1	24,07	100%	13.697,5	0%	0	0%	0	13.697,5
2		0%	0	100%	1.323,85	0%	0	1.323,9
3		0%	0	0%	0	100%	288,84	288,8
4		50%	6.848,76	50%	661,925	0%	0	7.510,7
5		50%	6.848,76	0%	0	50%	144,42	6.993,2
6		0%	0	50%	661,925	50%	144,42	806,3
<b>Kecamatan Kebomas</b>								
1	221,352	100%	125.964,8	0%	0	0%	0	125.964,8
2		0%	0	100%	12.174,36	0%	0	12.174,4
3		0%	0	0%	0	100%	2.656,22	2.656,2
4		50%	62.982,4	50%	6.087,18	0%	0	69.069,6
5		50%	62.982,4	0%	0	50%	1.328,11	64.310,5
6		0%	0	50%	6.087,18	50%	1.328,11	7.415,3

*Sumber : Hasil Perhitungan*

Dari hasil perhitungan di atas, dapat diketahui bahwa daya serap RTH publik eksisting dengan pendekatan luas jenis tutupan vegetasi tidak mencukupi untuk menyerap keseluruhan beban gas CO dari aktivitas industri di ketiga kecamatan (yang sudah dikonversi ke dalam beban CO<sub>2</sub>) meskipun sudah dibuat beberapa skenario. Hal ini dapat dilihat pada tabel 4.17 berikut :

**Tabel 4.17 Kebutuhan Daya Serap RTH Pendekatan Luas Tutupan Vegetasi**

Skenario	Daya Serap CO <sub>2</sub> (kg/tahun)	Beban CO (kg/tahun)	Kebutuhan Daya Serap CO (kg/tahun)
<b>Kecamatan Manyar</b>			
1	77.634,8	80.132.976	80.055.341,2
2	7.503,3		80.125.472,7
3	1.637,1		80.131.338,9
4	42.569,1		80.090.406,9
5	39.635,9		80.093.340,1
6	4.570,2		80.128.405,8
<b>Kecamatan Gresik</b>			
1	13.697,5	44.053.304	44.039.606,5
2	1.323,9		44.051.980,1
3	288,8		44.053.015,2
4	7.510,7		44.045.793,3
5	6.993,2		44.046.310,8
6	806,3		44.052.497,7
<b>Kecamatan Kebomas</b>			
1	125.964,8	97.388.554,35	97.262.589,55
2	12.174,4		97.376.379,95
3	2.656,2		97.385.898,15
4	69.069,6		97.319.484,75
5	64.310,5		97.324.243,85
6	7.415,3		97.381.139,05

*Sumber : Hasil Perhitungan*

#### **4.4 Strategi Pengembangan Ruang Terbuka Hijau Publik**

Dari hasil perhitungan daya serap RTH eksisting di 3 kecamatan, didapatkan kesimpulan dibutuhkannya menambah luasan RTH kecamatan untuk dapat menyerap beban konsentrasi gas CO<sub>2</sub> yang ada. Penambahan luas RTH sulit dilakukan karena kebutuhannya yang melebihi kapasitas luasan tanah kecamatan yang ada secara administratif. Kesulitan lainnya menurut DLH

Gresik di tengah penambahan kawasan RTH yang sudah mendesak adalah salah satunya karena minimnya lahan negara yang bisa dijadikan ruang hijau sebab rata-rata lahan yang ada bukan milik pemerintah. Kawasan permukiman dan bisnis telah mengambil lebih dari 30 persen wilayah kota. Khusus di Kecamatan Gresik, 60 persen lahan sudah terpakai untuk perumahan. Di wilayah Kebomas-Manyar, penambahan jumlah kawasan perumahan serta pusat-pusat perdagangan terus berlangsung. Tetapi pertumbuhan kawasan RTH wilayah Gresik-Kebomas terbelah stagnan yang totalnya baru mencapai 717 hektare, masih di bawah 20 persen minimal RTH layak.

Pihak DLH Gresik terus mengusahakan pengembangan RTH dengan berusaha mengoptimalkan lahan-lahan yang masih kosong untuk dibuat RTH seperti taman, dan mengembangkan taman-taman yang sudah ada supaya luasan tutupan vegetasinya bertambah.

Selain upaya yang sedang diusahakan DLH Gresik tersebut, peneliti memandang diperlukan adanya upaya pengembangan RTH yang efisien lahan, terlebih bagi 3 kecamatan di Kabupaten Gresik yang merupakan kecamatan padat industri besar-sedang yang akan terus berkembang dengan polusi dari kendaraan bermotor yang juga berkembang seiring perkembangan industri yang semakin banyak.

Pemanfaatan teknik aeroponik maupun vertical landscape dapat diterapkan di jalur hijau sepanjang jalan, taman kota, hutan kota. Bahkan dapat pula diterapkan di area internal bangunan pemerintahan, bangunan komersil, maupun pemukiman warga. Tetapi dalam hal ini karena yang diteliti adalah RTH publik, maka bangunan komersil swasta dan pemukiman warga tidak dapat menjadi alternatif (termasuk dalam RTH privat).

Penerapan teknik-teknik ini lebih baik diutamakan di area yang masih dekat dengan kawasan industri agar polutan terhalau sebelum menyebar lebih luas dan jauh di area kecamatan. Di jalur hijau, tanaman vertikal dapat dipasang di pembatas jalur 2 arah maupun di area trotoar, tetapi tetap dijaga supaya tidak

menghambat akses pengguna jalan dan tidak menghalangi penglihatan untuk keamanan para pengguna jalan. Contoh jalan umum yang dekat dengan kawasan industri yakni, Jalan Raya Sukomulyo, Jalan Raya Roomo, dan Jalan Gubernur Suryo di Kecamatan Manyar; Jalan Kapten Darmo Sugondo, Jalan Harun Thohir, dan Jalan Ibrahim Zahier di Kecamatan Gresik; Jalan Mayjend Sungkono dan Jalan Kedanyang di Kecamatan Kebomas. Kemudian di taman dan hutan kota, tanaman vertikal dapat dipasang di sekeliling pagar atau dinding pembatas area taman/hutan kota, dapat dipasang pula di pinggir jalan setapak di dalam taman atau hutan kota, dipasang di lahan-lahan yang sekiranya masing kosong dan dapat dimanfaatkan. Contohnya Taman Petro di Kecamatan Manyar; Taman Gapuro Gresik di Kecamatan Gresik; serta Taman Kota Prambangan di Kecamatan Kebomas. Di areal bangunan pemerintahan, tanaman vertikal dapat dipasang di pagar atau dinding bangunan dan di lahan-lahan yang sekiranya masing kosong dan dapat dimanfaatkan. Contohnya Kantor BLH Pemkab Gresik, Kantor Bupati Gresik, Kantor DPRD Gresik, kantor berbagai badan/dinas/satuan perangkat kerja pemerintah di Kab. Gresik, kantor kecamatan, kantor kelurahan, alun-alun Gresik. Pemilihan teknik pengembangan RTH vertikal antara teknik aeroponik dan vertical landscape dapat menyesuaikan dengan ketersediaan lahan dan ruang serta kapasitas lainnya seperti dana, tenaga lapangan untuk menata dan merawat tanaman. Ilustrasi pemanfaatan ruang untuk tanaman vertikal dapat dilihat pada gambar 4.5 sampai gambar 4.8 berikut :



**Gambar 4.5 Aeroponik**

*Sumber : bicnets.com/Menara Hidroponik untuk Berkebun di Perkotaan*



**Gambar 4.6 Aeroponik**

*Sumber : Line Today/17 Ide Kreatif Bikin Kebun Sayur di Rumah Sendiri*



**Gambar 4.7 Vertical Landscape**

*Sumber : arsitag.com/Vertical Garden Solusi Taman untuk Keterbatasan Lahan*



**Gambar 4.8 Vertical Landscape**

*Sumber : kfclandscape.com/Pilihan Tanaman untuk Vertical Garden*

Berdasarkan penelitian tentang daya serap CO<sub>2</sub> berbagai jenis vegetasi yang dilakukan oleh pakar tanaman hutan kota dari IPB pada tahun 2007, Endes N. Dahlan, 30 tanaman yang diteliti adalah tanaman pohon. Hal ini karena menurut Dahlan, tanaman pohon sangat efektif menyerap polutan yang menyebabkan polusi udara dibandingkan jenis tanaman lainnya. Tanaman pohon mampu menyerap polutan lebih tinggi karena memiliki jumlah daun yang banyak. Tanaman dapat menyerap banyak polutan apabila berdaun banyak dan berdiameter luas/lebar. Penerapan teknik aeroponik dan vertical landscape selama ini umumnya menggunakan tanaman non kayu dengan batang dan perakaran pendek karena menyesuaikan ruang tanam yang lebih minimalis, tetapi biasanya daya serap tanamannya terhadap polutan kecil dibanding tanaman kayu seperti yang diteliti oleh Dahlan. Karena daya serap polutannya kecil, maka butuh ditanam sangat banyak untuk memenuhi kebutuhan daya serap RTH publik di ketiga kecamatan yang diteliti, yang artinya butuh jumlah ruang tanam yang sangat luas juga padahal lokasi penelitian lahan nya terbatas. Dalam penelitian ini, tetap menggunakan alternatif tanaman dari penelitian Dahlan (2007) karena sudah diketahui daya serapnya. Untuk tanaman lain perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Digunakan tanaman yang daya serap nya tinggi dengan ukuran batang dan akar yang masih relatif kecil dan masih realistis



diterapkan untuk aeroponik maupun vertical landscape. Untuk tanaman trembesi meskipun sangat besar daya serapnya tetapi batang dan perakarannya sangat besar sehingga tidak sesuai diterapkan dalam aeroponik dan vertical landscape. Tanaman yang dapat dijadikan alternatif yakni Cassia dan Kenanga seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.9 dan gambar 4.10 berikut :



**Gambar 4.9 Tanaman Cassia**

*Sumber : portal.bangkabaratkab.go.id/Tanaman Penyelamat Lingkungan*



**Gambar 4.10 Tanaman Kenanga**

*Sumber : portal.bangkabaratkab.go.id/Tanaman Penyelamat Lingkungan*

Tanaman Cassia dan Kenanga meskipun berkayu tetapi masih dapat dijaga batang dan perakarannya agar menyesuaikan kapasitas ruang tanam dengan perawatan rutin seperti pemotongan batang dan daun secukupnya setiap sekira sebulan sekali; penyiraman rutin setiap hari atau beberapa hari sekali menyesuaikan dengan cuaca (cukup untuk menjaga kelembaban tanaman); pemupukan (pemberian air mengandung pupuk) setiap

beberapa minggu sekali atau sebulan sekali. Untuk lebih praktisnya. Perhitungan luasan ruang tanam yang diperlukan dapat dilihat pada penjelasan berikut :

### **Kecamatan Manyar**

- Kebutuhan penyerapan di Kecamatan Manyar :
  - berdasarkan pendekatan laju serapan CO<sub>2</sub> di tabel 4.14 yakni sebesar 80.095.445,14 kg/tahun;
  - berdasarkan pendekatan jenis tutupan vegetasi di tabel 4.17 yakni sebesar 80.131.338,9 kg/tahun (diambil kebutuhan yang paling besar).
- Berdasarkan tabel 2.15, daya serap tanaman Cassia adalah 5.295,47 kg/pohon/tahun dan tanaman kenanga adalah 756,59 kg/pohon/tahun.
- Jumlah tanaman cassia yang dibutuhkan :
  - jika mengacu pendekatan laju serapan CO<sub>2</sub> = 80.095.445,14 kg/tahun : 5.295,47 kg/pohon/tahun = 15.125 tanaman;
  - jika mengacu pendekatan jenis tutupan vegetasi = 80.131.338,9 kg/tahun : 5.295,47 kg/pohon/tahun = 15.132 tanaman.
- Jumlah tanaman kenanga yang dibutuhkan :
  - jika mengacu pendekatan laju serapan CO<sub>2</sub> = 80.095.445,14 kg/tahun : 756,59 kg/pohon/tahun = 105.864 tanaman;
  - jika mengacu pendekatan jenis tutupan vegetasi = 80.131.338,9 kg/tahun : 756,59 kg/pohon/tahun = 105.911 tanaman.
- Jika diasumsikan ukuran ruang tanam untuk aeroponik dan vertical landscape adalah 0,5 m<sup>2</sup>/tanaman, maka :
  - kebutuhan ruang tanam untuk tanaman Cassia jika mengacu pendekatan laju serapan CO<sub>2</sub> = 0,5 m<sup>2</sup>/tanaman x 15.125 tanaman = 7.562,5 m<sup>2</sup>;
  - kebutuhan ruang tanam untuk tanaman Cassia jika mengacu pendekatan jenis tutupan vegetasi = 0,5 m<sup>2</sup>/tanaman x 15.132 tanaman = 7.566 m<sup>2</sup>;
  - kebutuhan ruang tanam untuk tanaman Kenanga jika

- mengacu pendekatan laju serapan  $\text{CO}_2 = 0,5 \text{ m}^2/\text{tanaman} \times 105.864 \text{ tanaman} = 52.932 \text{ m}^2$ ;
- kebutuhan ruang tanam untuk tanaman Kenanga jika mengacu pendekatan laju serapan  $\text{CO}_2 = 0,5 \text{ m}^2/\text{tanaman} \times 105.911 \text{ tanaman} = 52.955,5 \text{ m}^2$ .
- Jika diasumsikan di jalur hijau tiap spot vertical landscape memiliki ukuran instalasi nya adalah  $4 \text{ m}^2/\text{spot}$ , maka spot vertical landscape yang dibutuhkan di sepanjang jalan :
- kebutuhan spot di jalur hijau untuk tanaman Cassia jika mengacu pendekatan laju serapan  $\text{CO}_2 = 7.562,5 \text{ m}^2 : 4 \text{ m}^2/\text{spot} = 1.891 \text{ spot}$ ;
  - kebutuhan spot di jalur hijau untuk tanaman Cassia jika mengacu pendekatan jenis tutupan vegetasi  $= 7.566 \text{ m}^2 : 4 \text{ m}^2/\text{spot} = 1.892 \text{ spot}$ ;
  - kebutuhan spot di jalur hijau untuk tanaman Kenanga jika mengacu pendekatan laju serapan  $\text{CO}_2 = 52.932 \text{ m}^2 : 4 \text{ m}^2/\text{spot} = 13.233 \text{ spot}$ ;
  - kebutuhan spot di jalur hijau untuk tanaman Kenanga jika mengacu pendekatan jenis tutupan vegetasi  $= 52.955,5 \text{ m}^2 : 4 \text{ m}^2/\text{spot} = 13.234 \text{ spot}$ .
- Jika diasumsikan pagar atau dinding di taman hutan kota atau bangunan pemerintah yang dapat dimanfaatkan memiliki luas  $10 \text{ m}^2/\text{spot}$ , maka spot vertical landscape yang dibutuhkan :
- kebutuhan spot di pagar/dinding untuk tanaman Cassia jika mengacu pendekatan laju serapan  $\text{CO}_2 = 7.562,5 \text{ m}^2 : 10 \text{ m}^2/\text{spot} = 756 \text{ spot}$ ;
  - kebutuhan spot di pagar/dinding untuk tanaman Cassia jika mengacu pendekatan jenis tutupan vegetasi  $= 7.566 \text{ m}^2 : 10 \text{ m}^2/\text{spot} = 757 \text{ spot}$ ;
  - kebutuhan spot di pagar/dinding untuk tanaman Kenanga jika mengacu pendekatan laju serapan  $\text{CO}_2 = 52.932 \text{ m}^2 : 10 \text{ m}^2/\text{spot} = 5.293 \text{ spot}$ ;
  - kebutuhan spot di pagar/dinding untuk tanaman Kenanga jika mengacu pendekatan jenis tutupan vegetasi  $= 52.955,5 \text{ m}^2 : 10 \text{ m}^2/\text{spot} = 5.296 \text{ spot}$ .

## **Kecamatan Gresik**

- Kebutuhan penyerapan di Kecamatan Gresik :
  - berdasarkan pendekatan laju serapan CO<sub>2</sub> di tabel 4.14 yakni sebesar 44.046.682, 234 kg/tahun;
  - berdasarkan pendekatan jenis tutupan vegetasi di tabel 4.17 yakni sebesar 44.053.015,2 kg/tahun (diambil kebutuhan yang paling besar).
- Berdasarkan tabel 2.15, daya serap tanaman Cassia adalah 5.295,47 kg/pohon/tahun dan tanaman kenanga adalah 756,59 kg/pohon/tahun.
- Jumlah tanaman cassia yang dibutuhkan :
  - jika mengacu pendekatan laju serapan CO<sub>2</sub> = 44.046.682, 234 kg/tahun : 5.295,47 kg/pohon/tahun = 8.318 tanaman;
  - jika mengacu pendekatan jenis tutupan vegetasi = 44.053.015,2 kg/tahun : 5.295,47 kg/pohon/tahun = 8.319 tanaman.
- Jumlah tanaman kenanga yang dibutuhkan :
  - jika mengacu pendekatan laju serapan CO<sub>2</sub> = 44.046.682, 234 kg/tahun : 756,59 kg/pohon/tahun = 58.217 tanaman;
  - jika mengacu pendekatan jenis tutupan vegetasi = 44.053.015,2 kg/tahun : 756,59 kg/pohon/tahun = 58.226 tanaman.
- Jika diasumsikan ukuran ruang tanam untuk aeroponik dan vertical landscape adalah 0,5 m<sup>2</sup>/tanaman, maka :
  - kebutuhan ruang tanam untuk tanaman Cassia jika mengacu pendekatan laju serapan CO<sub>2</sub> = 0,5 m<sup>2</sup>/tanaman x 8.318 tanaman = 4.159 m<sup>2</sup>;
  - kebutuhan ruang tanam untuk tanaman Cassia jika mengacu pendekatan jenis tutupan vegetasi = 0,5 m<sup>2</sup>/tanaman x 8.319 tanaman = 4.160 m<sup>2</sup>;
  - kebutuhan ruang tanam untuk tanaman Kenanga jika mengacu pendekatan laju serapan CO<sub>2</sub> = 0,5 m<sup>2</sup>/tanaman x 58.217 tanaman = 29.109 m<sup>2</sup>;
  - kebutuhan ruang tanam untuk tanaman Kenanga jika

mengacu pendekatan laju serapan  $\text{CO}_2 = 0,5 \text{ m}^2/\text{tanaman} \times 58.226 \text{ tanaman} = 29.113 \text{ m}^2$ .

- Jika diasumsikan di jalur hijau tiap spot vertical landscape memiliki ukuran instalasi nya adalah  $4 \text{ m}^2/\text{spot}$ , maka spot vertical landscape yang dibutuhkan di sepanjang jalan :
  - kebutuhan spot di jalur hijau untuk tanaman Cassia jika mengacu pendekatan laju serapan  $\text{CO}_2 = 4.159 \text{ m}^2 : 4 \text{ m}^2/\text{spot} = 1.040 \text{ spot}$ ;
  - kebutuhan spot di jalur hijau untuk tanaman Cassia jika mengacu pendekatan jenis tutupan vegetasi =  $4.160 \text{ m}^2 : 4 \text{ m}^2/\text{spot} = 1.040 \text{ spot}$ ;
  - kebutuhan spot di jalur hijau untuk tanaman Kenanga jika mengacu pendekatan laju serapan  $\text{CO}_2 = 29.109 \text{ m}^2 : 4 \text{ m}^2/\text{spot} = 7.277 \text{ spot}$ ;
  - kebutuhan spot di jalur hijau untuk tanaman Kenanga jika mengacu pendekatan jenis tutupan vegetasi =  $29.113 \text{ m}^2 : 4 \text{ m}^2/\text{spot} = 7.278 \text{ spot}$ .
- Jika diasumsikan pagar atau dinding di taman hutan kota atau bangunan pemerintah yang dapat dimanfaatkan memiliki luas  $10 \text{ m}^2/\text{spot}$ , maka spot vertical landscape yang dibutuhkan :
  - kebutuhan spot di pagar/dinding untuk tanaman Cassia jika mengacu pendekatan laju serapan  $\text{CO}_2 = 4.159 \text{ m}^2 : 10 \text{ m}^2/\text{spot} = 416 \text{ spot}$ ;
  - kebutuhan spot di pagar/dinding untuk tanaman Cassia jika mengacu pendekatan jenis tutupan vegetasi =  $4.160 \text{ m}^2 : 10 \text{ m}^2/\text{spot} = 416 \text{ spot}$ ;
  - kebutuhan spot di pagar/dinding untuk tanaman Kenanga jika mengacu pendekatan laju serapan  $\text{CO}_2 = 29.109 \text{ m}^2 : 10 \text{ m}^2/\text{spot} = 2.911 \text{ spot}$ ;
  - kebutuhan spot di pagar/dinding untuk tanaman Kenanga jika mengacu pendekatan jenis tutupan vegetasi =  $29.113 \text{ m}^2 : 10 \text{ m}^2/\text{spot} = 2.911 \text{ spot}$ .

## **Kecamatan Kebomas**

- Kebutuhan penyerapan di Kecamatan Kebomas :
  - berdasarkan pendekatan laju serapan CO<sub>2</sub> di tabel 4.14 yakni sebesar 97.327.659,41 kg/tahun;
  - berdasarkan pendekatan jenis tutupan vegetasi di tabel 4.17 yakni sebesar 97.385.898,15 kg/tahun (diambil kebutuhan yang paling besar).
- Berdasarkan tabel 2.15, daya serap tanaman Cassia adalah 5.295,47 kg/pohon/tahun dan tanaman kenanga adalah 756,59 kg/pohon/tahun.
- Jumlah tanaman cassia yang dibutuhkan :
  - jika mengacu pendekatan laju serapan CO<sub>2</sub> = 97.327.659,41 kg/tahun : 5.295,47 kg/pohon/tahun = 18.379 tanaman;
  - jika mengacu pendekatan jenis tutupan vegetasi = 97.385.898,15 kg/tahun : 5.295,47 kg/pohon/tahun = 18.390 tanaman.
- Jumlah tanaman kenanga yang dibutuhkan :
  - jika mengacu pendekatan laju serapan CO<sub>2</sub> = 97.327.659,41 kg/tahun : 756,59 kg/pohon/tahun = 128.640 tanaman;
  - jika mengacu pendekatan jenis tutupan vegetasi = 97.385.898,15 kg/tahun : 756,59 kg/pohon/tahun = 128.717 tanaman.
- Jika diasumsikan ukuran ruang tanam untuk aeroponik dan vertical landscape adalah 0,5 m<sup>2</sup>/tanaman, maka :
  - kebutuhan ruang tanam untuk tanaman Cassia jika mengacu pendekatan laju serapan CO<sub>2</sub> = 0,5 m<sup>2</sup>/tanaman x 18.379 tanaman = 9.190 m<sup>2</sup>;
  - kebutuhan ruang tanam untuk tanaman Cassia jika mengacu pendekatan jenis tutupan vegetasi = 0,5 m<sup>2</sup>/tanaman x 18.390 tanaman = 9.195 m<sup>2</sup>;
  - kebutuhan ruang tanam untuk tanaman Kenanga jika mengacu pendekatan laju serapan CO<sub>2</sub> = 0,5 m<sup>2</sup>/tanaman x 128.640 tanaman = 64.320 m<sup>2</sup>;
  - kebutuhan ruang tanam untuk tanaman Kenanga jika mengacu pendekatan laju serapan CO<sub>2</sub> = 0,5 m<sup>2</sup>/tanaman x

128.717 tanaman = 64.359 m<sup>2</sup>.

- Jika diasumsikan di jalur hijau tiap spot vertical landscape memiliki ukuran instalasi nya adalah 4 m<sup>2</sup>/spot, maka spot vertical landscape yang dibutuhkan di sepanjang jalan :
  - kebutuhan spot di jalur hijau untuk tanaman Cassia jika mengacu pendekatan laju serapan CO<sub>2</sub> = 9.190 m<sup>2</sup> : 4 m<sup>2</sup>/spot = 2.298 spot;
  - kebutuhan spot di jalur hijau untuk tanaman Cassia jika mengacu pendekatan jenis tutupan vegetasi = 9.195 m<sup>2</sup> : 4 m<sup>2</sup>/spot = 2.299 spot;
  - kebutuhan spot di jalur hijau untuk tanaman Kenanga jika mengacu pendekatan laju serapan CO<sub>2</sub> = 64.320 m<sup>2</sup> : 4 m<sup>2</sup>/spot = 16.080 spot;
  - kebutuhan spot di jalur hijau untuk tanaman Kenanga jika mengacu pendekatan jenis tutupan vegetasi = 64.359 m<sup>2</sup> : 4 m<sup>2</sup>/spot = 16.090 spot.
- Jika diasumsikan pagar atau dinding di taman hutan kota atau bangunan pemerintah yang dapat dimanfaatkan memiliki luas 10 m<sup>2</sup>/spot, maka spot vertical landscape yang dibutuhkan :
  - kebutuhan spot di pagar/dinding untuk tanaman Cassia jika mengacu pendekatan laju serapan CO<sub>2</sub> = 9.190 m<sup>2</sup> : 10 m<sup>2</sup>/spot = 919 spot;
  - kebutuhan spot di pagar/dinding untuk tanaman Cassia jika mengacu pendekatan jenis tutupan vegetasi = 9.195 m<sup>2</sup> : 10 m<sup>2</sup>/spot = 920 spot;
  - kebutuhan spot di pagar/dinding untuk tanaman Kenanga jika mengacu pendekatan laju serapan CO<sub>2</sub> = 64.320 m<sup>2</sup> : 10 m<sup>2</sup>/spot = 6.432 spot;
  - kebutuhan spot di pagar/dinding untuk tanaman Kenanga jika mengacu pendekatan jenis tutupan vegetasi = 64.359 m<sup>2</sup> : 10 m<sup>2</sup>/spot = 6.436 spot.

“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari penelitian ini, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Emisi gas CO dari kegiatan industri di ketiga kecamatan masih berada dibawah baku mutu emisi menurut PerMen LHK No. 15/2019. Konsentrasi gas CO untuk udara ambien dari kegiatan industri di Kecamatan Manyar melebihi baku mutu menurut Peraturan Gubernur Jatim No. 10/2009. Sedangkan di Kecamatan Gresik dan Kebomas masih dibawah baku mutu.
2. Kondisi RTH publik eksisting di ketiga kecamatan prosentasenya masih dibawah standar minimal 20% (UU No. 26/2007). Baik melalui pendekatan laju penyerapan CO<sub>2</sub> maupun pendekatan daya serap jenis tutupan vegetasi, daya serap RTH publik eksisting di ketiga kecamatan masih belum cukup untuk menyerap beban gas CO dari aktivitas industri di kecamatan.
3. Pengembangan RTH publik di ketiga kecamatan yang terkendala lahan terbatas dapat dengan penerapan RTH vertikal dengan teknik aeropnik maupun teknik vertical landscape.

#### **5.2 Saran**

Beberapa saran untuk penelitian ini diantaranya :

1. Data yang digunakan untuk analisa selain dari DLH Gresik, peneliti juga dapat melakukan survei langsung ke industri-industri yang menjadi sampel untuk mendapatkan data yang lebih lengkap.
2. Proses sampling dapat menggunakan impinger yang non-modifikasi agar perolehan data lebih baik serta pemilihan lokasi sampling atau waktu sampling yang lebih banyak untuk triangulasi data.
3. Peneliti hendaknya lebih baik jika melakukan percobaan

langsung membuat instalasi RTH vertikal menggunakan alternatif tanaman yang dipilih untuk mendukung asumsi bahwa memang realistis untuk dilaksanakan di lapangan strateginya tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- American Forest. 2002. **CITYgreen 5.0 : User Manual**. Washington DC : American Forest.
- BAPPEKO Surabaya. 2008. **Penyusunan Rencana Detail Tata Ruang Kota (RDTRK) Unit Pengembangan Satelit : Laporan Pendataan dan Identifikasi Tahun 2008**. Surabaya : BAPPEKO.
- BPTP Balitbang Riau. 2018. **Budidaya Sayuran Hidroponik**. Riau : BPTP Balitbang Kementerian Pertanian Riau.
- BPTP Balitbang Sulbar. 2016. **Teknologi Vertikultur sebagai Solusi Bertani di Lahan Sempit** <<http://sulbar.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php/info-teknologi/367-teknologi-vertikultur-sebagai-solusi-bertani-dilahan-sempit>>
- Chandra, Budiman. 2006. **Pengantar Kesehatan Lingkungan**. EGC : Jakarta.
- Cristina, B. R. A, dan Naniek R. 2012. **Tingkat kemampuan Penyerapan Tanaman Hias dalam Menurunkan Polutan Karbon Dioksida**. Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan. Vol. 4 No. 1
- Dahlan E, N. 2007. **Jumlah Emisi Gas CO<sub>2</sub> dan Pemilihan Jenis Tanaman Berdaya Rosot Sangat Tinggi : Studi Kasus Di Kota Bogor**. Media Konservasi. Vol. 13, No. 2 : 85 – 89.
- Departemen Kesehatan. **Parameter Pencemar Udara dan Dampaknya bagi Kesehatan** <<http://www.depkes.go.id/downloads/Udara.PDF>>
- Fardiaz, S. 1992. **Polutan Air dan Polusi Udara**. Bogor : Fakultas Pangan dan Gizi Institut Pertanian Bogor.
- Farmxchange. 2013. **Aeroponics** <<http://www.farmxchange.org/diy-aeroponics/>>

- Flora Indonesia, 2012. **Manfaat Tanaman dalam Hutan Kota.**
- Lawlor, D. W. 1993. **Photosynthesis : Molecular, Physiological, and Environmental Processes.** London : Longman Scientific & Technical.
- Litbang Pertanian Jakarta. **Vertiminaponik Hasilkan Produk Organik Berlimpah di Pekarangan.** Dispartan  
[http://jakarta.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php?option=com\\_content&view=article&id=286:Vertiminaponik-hasilkan-produk-organik-berlimpah-di-pekarangan&catid=4:info-aktual](http://jakarta.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php?option=com_content&view=article&id=286:Vertiminaponik-hasilkan-produk-organik-berlimpah-di-pekarangan&catid=4:info-aktual)
- Mulyadin, Mohamad dan R. Esa Pangersa Gusti. 2013. **Analisis Kebutuhan Luasan Area Hijau Berdasarkan Daya Serap CO Di Kabupaten Karanganyar Jawa Tengah.** Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan. Vol. 10 No. 4 Hal. 264 – 273.
- Pentury, T. 2003. **Disertasi Konstruksi Model Matematika Tangkapan CO<sub>2</sub> pada Tanaman Hutan Kota.** Surabaya : Universitas Airlangga.
- Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 10 Tahun 2009 : **Baku Mutu Udara Ambien dan Emisi Sumber Tidak Bergerak di Jawa Timur.**
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 15 Tahun 2019 : **Baku Mutu Pembangkit Listrik Tenaga Termal.**
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 5 Tahun 2008 : **Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan.**
- Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Kab. Gresik 2016-2021.**
- Rencana Pembangunan Investasi Jangka Menengah Cipta Karya Kab. Gresik 2019-2023.**
- Henne, S. 2007. **Representativeness and climatology of**

- carbon monoxide and ozone at the global GAW station Mt. Kenya in equatorial Africa. Atmospheric Chemistry and Physics Discussion.** Switzerland : Empa Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology. 7 : 17769–17824.
- Sarudji, Soedomo, M. 2001. **Pencemaran Udara. Bandung : Institut Teknologi Bandung.**
- Sudarmo, . P. 2017. **Pemanfaatan Pertanian Secara Hidroponik untuk Mengatasi Keterbatasan Lahan Pertanian di Daerah Perkotaan.** Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Terbuka. ISBN: 978-602-392 375-5, e ISBN: 978-602-392-376-2.
- Tinambunan R. S. 2006. **Analisis Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau di Kota Peka Baru.** Bogor : Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Undang-Undang Republik Indonesia. Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 : **Penataan Ruang.**
- Wardhana, W. A. 2001. **Dampak Pencemaran Lingkungan.** Yogyakarta : Penerbit Andi Offset.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## LAMPIRAN 1

### Pembuatan Reagen KI



### Sampling Lapangan dan Laboratorium Kecamatan Manyar



## Kecamatan Gresik



## Kecamatan Kebomas







“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## LAMPIRAN 2

### RTH Kecamatan Manyar (Sumber : DLH Gresik)









## LAMPIRAN 3

### RTH Kecamatan Gresik (Sumber : DLH Gresik)





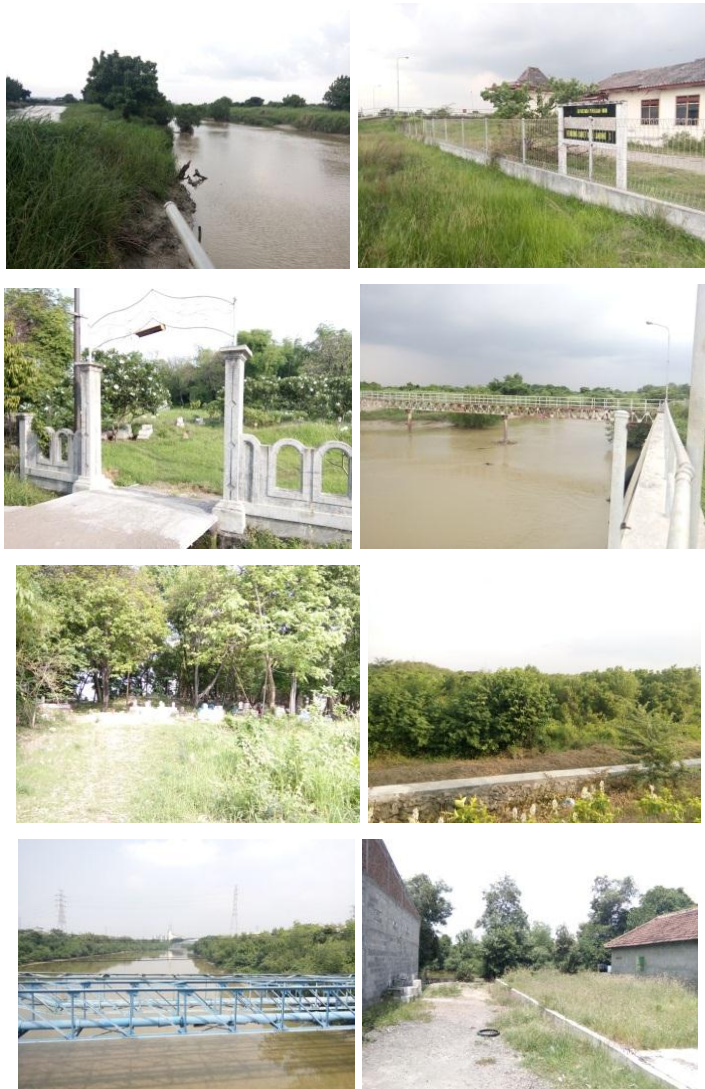






## LAMPIRAN 4

### RTH Kecamatan Kebomas (Sumber : DLH Gresik)















## BIOGRAFI PENULIS



Penulis lahir di Balikpapan, 6 Desember 1996. Penulis menempuh pendidikan SD tahun 2003-2009 di SDN Pasir Pogor Bandung, pendidikan SMP tahun 2009-2012 di SMPN 13 Bandung, pendidikan SMA tahun 2012-2015 di SMAN 8 Bandung, serta pendidikan strata 1 tahun

2015-2020 di Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan NRP 0311540000111.

Dalam rangka pengembangan diri, selama menempuh perkuliahan, penulis pernah terlibat dalam serangkaian kegiatan kaderisasi di Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan ITS, mengikuti kepanitiaan di program-program kerja Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan ITS, mengikuti event-event yang diadakan Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan ITS, serta mengikuti berbagai seminar dan workshop keprofesionalan bidang kuliah serta kewirausahaan.

“Halaman ini Sengaja Dikosongkan”



KTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR  
Periode: Ganjil 2019/2020


Kode/SKS : RE184804 (0/6/0)  
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR KTA-02  
Formulir Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing  
Seminar Kemajuan Tugas Akhir

Hari, tanggal : 12 Desember 2019  
Pukul : 14.00-15.00 WIB  
Lokasi : TL-103  
Judul : Studi Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau untuk Reduksi Konsentrasi Karbon Monoksida dari Kegiatan Industri di Kec. Manyar, Gresik, dan Kebomas Kab. Gresik  
Nama : ALMIRA RAHMA  
NRP. : 03211540000111  
Topik : Penelitian Lapangan

Nilai TOEFL : 407

Tanda Tangan

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Seminar Kemajuan Tugas Akhir
	

Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir KTA-02 ke Sekretariat Program Sarjana  
Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Pembimbing  
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pembimbing

- Berdasarkan hasil evaluasi Dosen Pengarah dan Dosen Pembimbing, dinyatakan mahasiswa tersebut:
1. Dapat melanjutkan ke Tahap Ujian Tugas Akhir
  2. Tidak dapat melanjutkan ke Tahap Ujian Tugas Akhir

(  )



UTA-S1-TL-02 TUGAS AKHIR  
Periode: Gasal 2019-2020

Kode/SKS : RE141581 (0/6/0)  
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-02  
Formulir Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing  
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : 14 Januari 2019  
Pukul : 09.30 - 11.30  
Lokasi : TL - 101  
Judul : Pengujian Konsentrasi CO dan Perhitungan Vegetasi RTH di Kecamatan Manyar dan Kebomas Kabupaten Gresik  
Nama : ALMIRA RAHMA  
NRP. : 0321154000111  
Topik : Perencanaan

Nilai TOEFL  
Tanda Tangan

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Ujian Tugas Akhir

Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-02 ke Sekretariat Program Sarjana  
Formulir ini harus dibawa mahasiswa saat asistensi kepada Dosen Pembimbing  
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pembimbing

Berdasarkan hasil evaluasi Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing, dinyatakan mahasiswa tersebut:

1. Lulus Ujian Tugas Akhir
2. harus mengulang Ujian Tugas Akhir semester berikutnya
3. Tugas Akhir dinyatakan gagal atau harus mengganti Tugas Akhir (lebih dari 2 semester)

Dosen Pembimbing

W. Dipareza Syafe'i, S.T., MEPM, Ph.D.

(  )



**FORMULIR PERBAIKAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

Nama : Almira Rahma  
NRP : 0321154000111  
Judul Tugas Akhir : Studi kebutuhan RTM untuk Reduksi CO<sub>2</sub> dari Kegiatan Industri di kec. Manyar, Gresik, dan Kebomas Kab. Gresik

No	Saran Perbaikan (sesuai Form UTA-02)	Tanggapan / Perbaikan (bila perlu, sebutkan halaman)

Dosen Pembimbing,

Mahasiswa Ybs.,

Almira Rahma



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FORM FTA-03

KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Almira Rchma  
NRP : 03211540000111  
Judul : Studi Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau untuk Reduksi Karbon Monoksida (CO)  
dari Kawasan Industri di Kecamatan Marjaya, Gresik, dan Kebomas Kabupaten Gresik.

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
1.	5 Oktober 2019	Penentuan jumlah titik sampling CO di lapangan, dan cara proyeksi kadar CO (minta data kadar CO kecamatan yang diteliti dari DLH Gresik, data tahun 2015-2019)	
2.	28 Oktober 2019	Pengambilan sampling CO cukup pagi, siang, dan sore saja sesuai waktu operasional kegiatan industri (malam tidak perlu karena rata-rata industri sudah tutup).	
3.	12 November 2019	Pengambilan sampling dikerucutkan lagi waktunya menjadi pagi menjelang siang atau siang antara jam 09.30-14.30 karena aktivitas industri paling aktif di jam-jam tersebut (dari hasil sampling 3 titik).	
4.	26 November 2019	Data CO kecamatan di DLH Gresik tidak ada, sehingga menggunakan data CO dari laporan industri yang ada di DLH. Diambil sampel 5-10 laporan industri di tiap kecamatan.	
5.	28 November 2019	Perhitungan daya serap RTH tidak menggunakan jenis tanaman karena keterbatasan di lapangan. Sehingga dihitung dari luas RTH eksisting (data dari DLH Gresik) menggunakan min. 2 skenario.	
6.	13 Desember 2019	Proyeksi tidak ideal dijelaskan di laporan, karena data dari DLH hanya 2018 dan 2019.	
7.	17 Desember 2019	Alasan penentuan skenario harus dijelaskan, tidak boleh acak.	
8.	19 Desember 2019	Cara perhitungan box model dibetulkan sistematikanya.	

Surabaya, ...13 Januari...2020  
Dosen Pembimbing

Dr. Eng. Arie Dipareza Syafie, ST, MEFM  
NIP. 19820119 200501 1 001