

**SKRIPSI**

**ANALISIS JALUR HIJAU BERBASIS EMISI CO<sub>2</sub> DI JALAN  
UTAMA PERUMAHAN BUMI TAMALANREA PERMAI  
KOTA MAKASSAR**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**RISMA MULYA MALIK  
D131 19 053**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2023**

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

### ANALISIS JALUR HIJAU BERBASIS EMISI CO<sub>2</sub> DI JALAN UTAMA PERUMAHAN BUMI TAMALANREA PERMAI KOTA MAKASSAR

Disusun dan diajukan oleh

**Risma Mulya Malik**  
**D131191053**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal 12 September 2023  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Prof. Dr. Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, M.T., IPU.  
NIP 195812281986012001

Pembimbing Pendamping,



Nurul Masyiah Rani Harusi, S.T., M.Eng.  
NIP 199501152021074001

Ketua Departemen Teknik Lingkungan,



Dr. Eng. Ir. Muralia Hustim, S.T., M.T., IPM.  
NIP 197204242000122001



21700/7TD.06.2023

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;  
Nama : Risma Mulya Malik  
NIM : D131191053  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Jenjang : SI

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

{Analisis Jalur Hijau Berbasis Emisi CO<sub>2</sub> Di Jalan Utama Perumahan Bumi  
Tamalanrea Permai Kota Makassar}

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 12 September 2023

Menyatakan  
  
Risma Mulya Malik



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat Rahmat dan karunia-Nya penulisan bisa menyelesaikan skripsi berjudul “Analisis Jalur Hijau Berbasis Emisi CO<sub>2</sub> Di Jalan Utama Perumahan Bumi Tamalanrea Permai Kota Makassar”. Laporan skripsi ini disusun dengan tujuan memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) pada Program Studi S1 Teknik Lingkungan Universitas Hasanuddin Makassar.

Dalam penyusunan tugas akhir ini terdapat banyak hambatan dan kesulitan yang dihadapi, namun berkat doa, bimbingan, dan kerja keras dari berbagai pihak akhirnya penulis bisa menyelesaikan tugas akhir ini, dengan itu penulis ingin mengucapkan terima kasih sebanyak-banyaknya kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusinya selama penelitian ini berlangsung kepada:

1. Bapak Ir. H. Abdul Malik Dali, S.E., S.T., M.T., dan Ibu Hj. Nurhayani selaku orang tua tercinta atas doa, kasih sayang, dan semangat yang tiada hentinya selalu mendoakan dan mendukung saya dalam mengerjakan tugas akhir ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc., selaku Rektor Universitas Hasanuddin
3. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T., IPM., ASEAN. Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T., IPM., selaku Ketua Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Ibu Prof. Dr. Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, M.T., IPU, selaku Dosen Pembimbing I atas segala arahan, bimbingan, dan ilmu yang bermanfaat selama proses penyusunan tugas akhir
6. Ibu Nurul Masyiah Rani Harusi, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing II atas segala waktu, ilmu, dan motivasi kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim S.T., M.T., yang telah memberikan masukan dan sebagai dosen penguji penulis serta telah banyak membimbing dan bimbingan dan bimbingan penulis selama masa perkuliahan



8. Ibu Zarah Arwieny Hanami, S.T., M.T., yang telah memberikan masukan dan saran sebagai dosen penguji penulis serta telah banyak membimbing dan mengajari penulis selama masa perkuliahan
9. Bapak/Ibu Dosen Departemen Teknik Lingkungan atas didikan, ilmu yang bermanfaat dan motivasi selama penulis menempuh pendidikan selama kurang lebih empat tahun.
10. Seluruh staff dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala bantuannya selama penulis menempuh terkhusus kepada Ibu Sumiati, Pak Olan, dan Kak Tami sebagai staf Teknik Lingkungan Universitas Hasanuddin.
11. Kepada Abdullah Arhab S.Tr.T., selaku kekasih penulis yang menemani semasa kuliah sampai terselesaikannya tugas akhir ini.
12. Teman-teman SOU (Nuzul, Inzar, Danti, Azhima, Kevina, Nafila, Prisilia, dan Welianty) yang memberikan semangat dan membantu untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
13. Teruntuk Alfiana Muhsinin yang banyak meluangkan waktunya untuk membantu peneliti dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
14. Kepada saudari Isyraq Shalihah dan Inayah Wulandari Khairuddin yang telah membantu penulis dalam pengambilan data tugas akhir ini.

Semoga tugas akhir ini bermanfaat untuk dijadikan sebagai referensi yang berharga dalam mengembangkan ilmu pengetahuan bagi seluruh pihak. Penulis pun menyadari bahwa terdapat kesalahan. Oleh karena itu, penulis meminta maaf dan menerima segala bentuk kritik dan saran yang membangun terhadap tugas akhir ini

Gowa, 10 September 2023

Penulis



## ABSTRAK

**RISMA MULYA MALIK.** *Analisis Jalur Hijau Berbasis Emisi CO<sub>2</sub> Di Jalan Utama Perumahan Bumi Tamalanrea Permai Kota Makassar* (Dibimbing oleh **Prof. Dr. Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, M.T., IPU,** dan **Nurul Masyiah Rani S.T., M.T.,**)

Dalam undang-undang RI No.26 tahun 2007, tentang Penataan Ruang, pasal 29 ayat 1 dan 2 disebutkan bahwa proporsi ruang terbuka hijau pada wilayah kota paling sedikit 30% dari luas wilayah kota. Efek rumah kaca terjadi karena dari adanya gas emisi yang berada dalam atmosfer bumi. Sektor transportasi diperkirakan menyumbang 60-70% pencemaran udara di daerah perkotaan. Penggunaan bahan bakar minyak pada sektor transportasi khususnya bensin akan mengerluarkan senyawa-senyawa seperti CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, dan CO<sub>2</sub> yang merupakan sumber besar dari emisi gas rumah kaca secara keseluruhan. Saat ini luas Perumahan Bumi Tamalanrea Permai mencapai 404 Ha dengan kepadatan penduduk yang tinggi. Dengan berbagai fasilitas yang ada pada Perumahan Bumi Tamalanrea menyebabkan angka volume kendaraan pada jam tertentu yang melintasi jalan utama perumahan tersebut meningkat sehingga dapat menghasilkan emisi yang besar pula. Metode pengumpulan data adalah menggunakan metode survei primer (lapangan) yaitu volume kendaraan, jumlah dan jenis vegetasi, dan arah angin. Sedangkan data sekunder (instansional) pada instansi terkait. Hasil penelitian yaitu Total daya serap tumbuhan dengan metode jenis tumbuhan di Segmen 1 sebanyak 26,09 kg/jam, di Segmen 2 sebanyak 15,61 kg/jam, di Segmen 3 sebanyak 30,08 kg/jam, di Segmen 4 sebanyak 14,51 kg/jam, di Segmen 5 sebanyak 13,65 kg/jam, dan di Segmen 6 sebanyak 44,92 kg/jam. Sehingga total daya serap CO<sub>2</sub> dengan metode jenis pohon ialah sebesar 144.87 kg/jam. Kemampuan vegetasi dalam menyerap emisi CO<sub>2</sub> pada jalur hijau tertinggi dimiliki oleh Segmen 6 yang mampu menyerap emisi CO<sub>2</sub> dengan menggunakan metode per jenis tumbuhan sebesar 44,92 kg/jam dengan daya serap emisi CO<sub>2</sub> dengan menggunakan metode per luas tajuk sebesar 18,01 kg/jam. Sedangkan daya serap terkecil yaitu pada Segmen 5 dengan menggunakan metode per jenis tumbuhan sebesar 13,65 kg/jam dengan daya serap menggunakan metode per luas tajuk yang dapat menyerap emisi CO<sub>2</sub> sebesar 12,86 kg/jam. Jam puncak terjadi pada sore hari dimana secara bersamaan volume kendaraan melintasi jalan tersebut. Sedangkan emisi terbesar berada pada Segmen 1 dimana total emisi yang dihasilkan pada Segmen 1 sebesar 606,75 kg/jam, dilanjutkan dengan Segmen 4 sebesar 544,68 kg/jam, Segmen 5 sebesar 396,12 kg/jam, Segmen 3 sebesar 312,73 kg/jam, Segmen 2 sebesar 168,18 kg/jam, dan terakhir yaitu Segmen 6 sebesar 101,84 kg/jam.

**Kata Kunci:** RTH, Emisi CO<sub>2</sub>, Kapasitas Peyerapan



## ABSTRACT

**NAMA LENGKAP MAHASISWA** *CO<sub>2</sub> Emission Based Green Lane Analysis on the Main Road of the Bumi Tamalanrea Permai Housing Complex, Makassar City* (guided by **Prof. Dr. Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, M.T., IPU**, and **Nurul Masyiah Rani S.T., M.T.**)

In RI Law No. 26 of 2007, concerning Spatial Planning, article 29 paragraphs 1 and 2 states that the proportion of green open space in urban areas is at least 30% of the total area of the city. The greenhouse effect occurs because of the presence of gas emissions in the earth's atmosphere. The transportation sector is estimated to contribute 60-70% of air pollution in urban areas. The use of fuel oil in the transportation sector, especially gasoline, will emit compounds such as CO, NOX, SO<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> which are a large source of overall greenhouse gas emissions. Currently, the area of Perumahan Bumi Tamalanrea Permai reaches 404 Ha with a high population density. With the various facilities that exist in Bumi Tamalanrea Housing, the volume of vehicles at certain hours that cross the housing's main road increases so that they can produce large emissions as well. The data collection method is to use a primary (field) survey method, namely vehicle volume, amount and type of vegetation, and wind direction. Meanwhile, secondary (institutional) data on related agencies. The results of the study are the total absorption capacity of plants using the plant species method in segment 1 as much as 26.09 kg/hour, in segment 2 as much as 15.61 kg/hour, in segment 3 as much as 30.08 kg/hour, in segment 4 as much as 14, 51 kg/hour, in Segment 5 as much as 13.65 kg/hour, and in Segment 6 as much as 44.92 kg/hour. So that the total CO<sub>2</sub> absorption capacity using the tree species method is 144.87 kg/hour. absorb CO<sub>2</sub> emissions using the per canopy area method of 18.01 kg/hour. While the smallest absorption capacity is in Segment 5 using the per plant species method of 13.65 kg/hour with the absorption capacity using the per canopy area method which can absorb CO<sub>2</sub> emissions of 12.86 kg/hour. Peak hours occur in the afternoon when a large volume of vehicles pass through the road at the same time. While the largest emissions are in Segment 1 where the total emissions produced in Segment 1 are 606.75 kg/hour, followed by Segment 4 of 544.68 kg/hour, Segment 5 of 396.12 kg/hour, Segment 3 of 312, 73 kg/hour, Segment 2 amounted to 168.18 kg/hour, and finally Segment 6 amounted to 101.84 kg/hour.

**Keywords:** Green Open Space, CO<sub>2</sub> Emissions, Absorption capacity, Housing



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan .....	4
1.4 Manfaat .....	5
1.5 Ruang Lingkup.....	5
1.6 Sitematika Penulisan .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
2.1 Ruang Terbuka Hijau .....	7
2.1.3 Jalur Hijau Jalan .....	9
2.1.4 Kelompok Tanaman .....	12
2.2 Vegetasi Penyerap Gas Karbon Dioksida .....	14
2.3 Gas Karbon Dioksida .....	15
2.6 Dispersi Polutan .....	21
2.7 Pengukuran Emisi CO <sub>2</sub> dari Kendaraan Bermotor .....	22
2.8 Pengukuran Serapan CO <sub>2</sub> Oleh Tumbuhan.....	25
2.9 Efisiensi dan Efektivitas Daya Serap CO <sub>2</sub> Oleh Ruang Terbuka Hijau.....	28
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>30</b>
3.1 Lokasi Penelitian.....	30
3.2 Waktu Penelitian .....	40
3.3 Rencana Penelitian.....	40
3.4 Peralatan Yang Digunakan.....	44
3.5 Teknik Pengambilan Data .....	45
3.6 Teknik Pengolahan Data .....	52
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>57</b>
4.1 Jumlah Tanaman Pada Jalur Hijau Perumahan Bumi Tamalanrea Permai ....	57
4.2 Analisis Kemampuan Penyerapan CO <sub>2</sub> Vegetasi Jalur Hijau Jalan.....	63
4.3 Analisis Beban Emisi CO <sub>2</sub> Kendaraan Bermotor .....	77
4.4 Analisis Ketersediaan Vegetasi Jalur Hijau Jalan Terhadap Beban Emisi ....	94
4.5 Analisis Ketersediaan Vegetasi Jalur Hijau Berdasarkan Pola Arah Angin..	97
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>107</b>
5.1 Kesimpulan .....	107
5.2 Saran.....	108
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>109</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>113</b>



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.</b> Letak Jalur Hijau Jalan .....	10
<b>Gambar 2.</b> Jalur Tanaman Tepi Penyerap Polusi Udara.....	10
<b>Gambar 3.</b> Jalur Tanaman Pada Median Jalan.....	11
<b>Gambar 4.</b> Jalur Tanaman Pada Daerah Bebas Pandang.....	12
<b>Gambar 5.</b> Kelompok Tanaman.....	12
<b>Gambar 6.</b> Siklus Karbon Dioksida.....	17
<b>Gambar 7.</b> Pengukuran Dimensi Tajuk Tampak Utara dan Timur.....	26
<b>Gambar 8.</b> Pengukuran Dimensi Tajuk Tampak Selatan dan Barat.....	26
<b>Gambar 9.</b> Pengukuran Dimensi Tajuk Tampak Dari Atas.....	26
<b>Gambar 10.</b> Visualisasi Penentuan Persentase Kerapatan Tajuk.....	27
<b>Gambar 11.</b> Peta Lokasi Penelitian.....	32
<b>Gambar 12.</b> Sketsa Jalan Segmen 1.....	34
<b>Gambar 13.</b> Potongan Melintang Jalan Pada Segmen 1.....	35
<b>Gambar 14.</b> Sketsa Jalan Segmen 2.....	35
<b>Gambar 15.</b> Potongan Melintang Jalan Pada Segmen 2.....	36
<b>Gambar 16.</b> Sketsa Jalan Segmen 3.....	36
<b>Gambar 17.</b> Potongan Melintang Jalan Pada Segmen 3.....	37
<b>Gambar 18.</b> Sketsa Jalan Segmen 4.....	37
<b>Gambar 19.</b> Potongan Melintang Jalan Pada Segmen 4.....	38
<b>Gambar 20.</b> Sketsa Jalan Segmen 5.....	38
<b>Gambar 21.</b> Potongan Melintang Jalan Pada Segmen 5.....	39
<b>Gambar 22.</b> Sketsa Jalan Segmen 6.....	39
<b>Gambar 23.</b> Potongan Melintang Jalan Pada Segmen 6.....	40
<b>Gambar 24.</b> Kerangka Penelitian.....	43
<b>Gambar 25.</b> Diagram Alir Pengambilan Data Daya Serap CO <sub>2</sub> Vegetasi....	46
<b>Gambar 26.</b> Ilustrasi Tata Cara Pengambilan Jenis Vegetasi.....	47



<b>Gambar 27.</b> (A) Ilustrasi Pengambilan Diameter pohon $d_1$ dan (B) Ilustrasi Pengambilan Diameter pohon $d_2$ (C) Ilustrasi Pengambilan Tampak Atas.....	47
<b>Gambar 28.</b> (A) Metode Pengukuran Tinggi Semak/Perdu, (B) Metode Pengukuran $d_1$ Semak/Perdu, dan (C) Metode Pengukuran $d_2$ Semak/Perdu.....	47
<b>Gambar 29.</b> Diagram Alir Pengambilan Volume Kendaraan.....	50
<b>Gambar 30.</b> Diagram Alir Pengambilan Data Arah dan Kecepatan Angin.....	51
<b>Gambar 31.</b> Diagram Alir Prosedur Perhitungan Analisis Beban Emisi Kendaraan Bermotor.....	52
<b>Gambar 32.</b> Diagram Alir Prosedur Perhitungan Analisis Beban Emisi.....	54
<b>Gambar 33.</b> Diagram Alir Prosedur Perhitungan Analisis Ketersediaan Vegetasi Jalur Hijau.....	55
<b>Gambar 34.</b> Rekapitulasi Volume Kendaraan Bermotor Pada Segmen 1....	79
<b>Gambar 35.</b> Total Beban Emisi CO <sub>2</sub> Segmen 1.....	79
<b>Gambar 36.</b> Rekapitulasi Volume Kendaraan Bermotor Pada Segmen 2....	81
<b>Gambar 37.</b> Total Beban Emisi CO <sub>2</sub> Segmen 2.....	81
<b>Gambar 38.</b> Rekapitulasi Volume Kendaraan Bermotor Pada Segmen 3....	84
<b>Gambar 39.</b> Total Beban Emisi CO <sub>2</sub> Segmen 3.....	84
<b>Gambar 40.</b> Rekapitulasi Volume Kendaraan Bermotor Pada Segmen 4....	86
<b>Gambar 41.</b> Total Beban Emisi CO <sub>2</sub> Segmen 4.....	87
<b>Gambar 42.</b> Rekapitulasi Volume Kendaraan Bermotor Pada Segmen 5...89	
<b>Gambar 43.</b> Total Beban Emisi CO <sub>2</sub> Segmen 5.....	89
<b>Gambar 44.</b> Rekapitulasi Volume Kendaraan Bermotor Pada Segmen 6....	91
<b>Gambar 45.</b> Total Beban Emisi CO <sub>2</sub> Segmen 6.....	91
<b>Gambar 46.</b> Rekapitulasi Volume Kendaraan Pada Jalur Hijau Perumahan BTP.....	93
<b>Gambar 47.</b> Rekapitulasi Beban Emisi CO <sub>2</sub> Pada Jalur Hijau Perumahan .....	94
<b>Gambar 48.</b> Peta Pola Arah Angin Pada Segmen 1.....	98



**Gambar 49.** Peta Pola Arah Angin Pada Segmen 2.....99  
**Gambar 50.** Peta Pola Arah Angin Pada Segmen 3.....100  
**Gambar 51.** Peta Pola Arah Angin Pada Segmen 4.....101  
**Gambar 52.** Peta Pola Arah Angin Pada Segmen 5.....102  
**Gambar 53.** Peta Pola Arah Angin Pada Segmen 6.....103



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.</b> Daya Serap CO <sub>2</sub> Tumbuhan .....	14
<b>Tabel 3.</b> Faktor Emisi CO <sub>2</sub> Pada Kendaraan Bermotor .....	24
<b>Tabel 4.</b> Konsumsi Energi Spesifik Kendaraan Bermotor .....	24
<b>Tabel 5.</b> Daya Serap CO <sub>2</sub> Berdasarkan Jenis Tutupan Vegetasi .....	28
<b>Tabel 6.</b> Batas Wilayah Lokasi Penelitian.....	33
<b>Tabel 8.</b> Jumlah dan Jenis Tumbuhan Pada Segmen 2.....	58
<b>Tabel 9.</b> Jumlah dan Jenis Tumbuhan Pada Segmen 3.....	59
<b>Tabel 10.</b> Jumlah dan Jenis Tumbuhan Pada Segmen 4.....	60
<b>Tabel 11.</b> Jumlah dan Jenis Tumbuhan Pada Segmen 5.....	61
<b>Tabel 12.</b> Jumlah dan Jenis Tumbuhan Pada Segmen 6.....	62
<b>Tabel 13.</b> Rekapitulasi Jumlah dan Jenis Tumbuhan .....	63
<b>Tabel 14.</b> Daya Serap CO <sub>2</sub> Pada Jalur Hijau Jalan Segmen 1 .....	64
<b>Tabel 15.</b> Daya Serap CO <sub>2</sub> Pada Jalur Hijau Jalan Segmen 2 .....	66
<b>Tabel 16.</b> Daya Serap CO <sub>2</sub> Pada Jalur Hijau Jalan Segmen 3 .....	68
<b>Tabel 16.</b> Daya Serap CO <sub>2</sub> Pada Jalur Hijau Jalan Segmen 4 .....	70
<b>Tabel 18.</b> Daya Serap CO <sub>2</sub> Pada Jalur Hijau Jalan Segmen 5 .....	72
<b>Tabel 19.</b> Daya Serap CO <sub>2</sub> Pada Jalur Hijau Jalan Segmen 6 .....	74
<b>Tabel 20.</b> Rekapitulasi Kemampuan Penyerapan CO <sub>2</sub> Jalur Hijau Perumahan Bumi Tamalanrea Permai .....	75
<b>Tabel 21.</b> Beban Emisi CO <sub>2</sub> Jalur Hijau Pada Segmen 1 .....	77
<b>Tabel 22.</b> Beban Emisi CO <sub>2</sub> Jalur Hijau Pada Segmen 2 .....	80
<b>Tabel 23.</b> Beban Emisi CO <sub>2</sub> Jalur Hijau Pada Segmen 3 .....	82
<b>Tabel 24.</b> Beban Emisi CO <sub>2</sub> Jalur Hijau Pada Segmen 4 .....	85
<b>Tabel 25.</b> Beban Emisi CO <sub>2</sub> Jalur Hijau Pada Segmen 5 .....	87
<b>Tabel 26.</b> Beban Emisi CO <sub>2</sub> Jalur Hijau Pada Segmen 6 .....	90
<b>Tabel 27.</b> Rekapitulasi Beban Emisi CO <sub>2</sub> Kendaraan Bermotor Pada Perumahan Bumi Tamalanrea Permai .....	92
. Ketersediaan Vegetasi Jalur Hijau Jalan Terhadap Beban Emisi.....	96
9. Ketersediaan Jalur Hijau Perumahan Bumi Tamalanrea Permai Berdasarkan Pola Arah Angin .....	105



## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b> Dokumentasi Segmen Jalan.....	113
<b>Lampiran 2.</b> Dokumentasi Portal.....	113
<b>Lampiran 3.</b> Jenis Tumbuhan Pada Jalur Hijau Jalan Utama BTP.....	114
<b>Lampiran 4.</b> Form Perhitungan Volume Kendaraan.....	116
<b>Lampiran 5.</b> Data Perhitungan Daya Serap Emisi CO <sub>2</sub> .....	117
<b>Lampiran 6.</b> Data Perhitungan Besaran Emisi CO <sub>2</sub> .....	152
<b>Lampiran 7.</b> Data Arah dan Kecepatan Angin.....	158
<b>Lampiran 8.</b> Dokumentasi Penelitian.....	164



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Ruang terbuka hijau merupakan area memanjang/jalur dan atau mengelompok, yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh tanaman secara alamiah maupun yang secara sengaja ditanam (Permen PU No. 05/PRT/M/2008). Dalam undang-undang RI No.26 tahun 2007, tentang Penataan Ruang, pasal 29 ayat 1 dan 2 disebutkan bahwa proporsi ruang terbuka hijau pada wilayah kota paling sedikit 30% dari luas wilayah kota, dan proporsi ruang terbuka hijau publik pada wilayah kota paling sedikit 20% dari luas wilayah kota. Merujuk pada undang-undang tersebut maka RTH di daerah perkotaan sangat penting sekali peranannya. Keberadaan RTH di kawasan perkotaan memiliki tujuan untuk menjaga keserasian dan keseimbangan ekosistem lingkungan perkotaan, mewujudkan keseimbangan antara lingkungan alam dan lingkungan buatan di perkotaan dan meningkatkan kualitas lingkungan perkotaan yang sehat, indah, bersih dan nyaman. Selain itu berfungsi sebagai pengamanan keberadaan kawasan lindung perkotaan, pengendali pencemaran dan kerusakan tanah, air dan udara, tempat perlindungan plasma nutfah dan keanekaragaman hayati, pengendali tata air, sarana estetika kota.

Efek rumah kaca terjadi karena dari adanya gas emisi yang berada dalam atmosfer bumi. Hal ini juga dapat diartikan sebagai progres terjadinya pemanasan alami yang dapat terjadi apabila gas tersebut terperangkap dalam radiasi panas bumi. Meningkatnya efek rumah kaca di atmosfer akan mengakibatkan pemantulan panas matahari ke bumi dengan tidak sempurna, dimana matahari yang seharusnya dapat menghangatkan bumi dan kemudian bumi memantulkan kembali panas tersebut ke bumi. Namun, panas tidak dapat lagi dipantulkan ke bumi dikarenakan terhalang oleh efek rumah kaca yang terdapat dalam atmosfer. Di dalamnya terdapat beberapa jenis gas, dan salah satu gas yang mengakibatkan panas terperangkap di bumi adalah gas buang kendaraan bermotor salah satunya CO<sub>2</sub>. (Kurnia dan ... 2021).



Menurut Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup (BPLH) DKI Jakarta (2013), emisi gas buang berupa asap knalpot, adalah akibat terjadinya proses pembakaran yang tidak sempurna dan mengandung timbal atau timah hitam (Pb), suspended particulate matter (SPM), oksida nitrogen (NO<sub>x</sub>), oksida sulfur (SO<sub>2</sub>), hidrokarbon (HC), karbon monoksida (CO) dan oksida fotokimia (O<sub>x</sub>). Selanjutnya emisi gas buang yang paling signifikan dari kendaraan bermotor ke atmosfer berdasarkan massa, adalah gas karbondioksida (CO<sub>2</sub>), dan uap air (H<sub>2</sub>O) yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar yang berlangsung sempurna yang dapat dicapai dengan tersedianya suplai udara yang berlebih. Namun demikian, kondisi pembakaran yang sempurna dalam mesin kendaraan jarang sekali terjadi. World Health Organization (WHO) pada tahun 2014 menyatakan bahwa 7 juta kematian terjadi setiap tahun karena polusi udara dalam ruangan dan luar ruangan, polusi luar ruangan menyebabkan lebih dari 3 juta kematian prematur setiap tahunnya. Menurut penelitian dari Universitas Indonesia, hampir 60% pasien di rumah sakit Jakarta menderita penyakit yang disebabkan oleh polusi udara. Dari semua penyebab polusi, emisi transportasi merupakan penyumbang pencemaran udara tertinggi di Indonesia yakni sekitar 85% selain kebakaran hutan dan Industri.

Transportasi secara lebih luas memiliki arti yang sama dengan migrasi, yaitu perpindahan dari suatu tempat ke tempat lain dan berperan dalam pengembangan serta pembangunan infrastruktur suatu wilayah. Di zaman sekarang, manusia harus bertindak lebih bijak dalam memilih tempat untuk keberlangsungan hidup dan transportasi yang akan dikenakan dalam kegiatan sehari-hari. Mayoritas masyarakat menggunakan transportasi berupa kendaraan untuk menunjang aktivitas kesehariannya. Namun, hal tersebut juga dapat memberikan beberapa dampak, antara dampak yang baik maupun dampak buruk. Salah satu dampak positif yang diberikan adalah dapat menjangkau sesuatu dengan jarak jauh menjadi lebih dekat (Kerja, 1967).

Sektor transportasi diperkirakan menyumbang 60-70% pencemaran udara di daerah perkotaan. Penggunaan bahan bakar minyak pada sector transportasi a bensin akan mengeluarkan senyawa-senyawa seperti CO (karbon la), NO<sub>x</sub> (nitrogen oksida), SO<sub>2</sub> (sulfur dioksida), CO<sub>2</sub> (karbon dioksida)



yang merupakan sumber besar dari emisi gas rumah kaca secara keseluruhan (Nurdjanah, 2015).

Makassar merupakan kota besar yang berasal dari Sulawesi Selatan dengan kepadatan penduduk yang tergolong tinggi. Menurut data Badan Pusat Statistik tahun 2022, jumlah penduduk di Kota Makassar pada tahun 2020 sebesar 1.423.877 ribu jiwa dan pada tahun 2021 sebesar 1.427.619 jiwa dimana persentase kenaikan dari tahun 2020 sampai 2021 sebesar 0,26%. Menurut badan pusat statistik 2021 menyatakan jumlah unit kendaraan yang ada di Makassar sebesar 1,7 juta unit per tahun 2021. Dimana hal tersebut memiliki selisih sekitar 200 ribu antara populasi penduduk dan kendaraan di Kota Makassar. Berdasarkan data luasan Ruang Terbuka Hijau Kota Makassar per 2020, total luasan RTH milik Pemkot dikalkulasikan hanya 7,48% atau hanya sebanyak 14 km<sup>2</sup> yang tersebar dari total luasan Makassar sebesar 199,3 km<sup>2</sup> persegi. Dimana untuk memenuhi Undang-Undang yang berlaku luas Ruang Terbuka Hijau (RTH) yang tersebar di Kota Makassar minimal sebesar 35,79 km<sup>2</sup>. Bisa dikatakan hal tersebut jauh dari angka kebutuhan Ruang Terbuka Hijau pada kota Makassar.

Perumahan Bumi Tamalanrea Permai merupakan perumahan yang terletak pada jalan Perintis Kemerdekaan Km 11 Kota Makassar. Saat ini luas Perumahan Bumi Tamalanrea Permai mencapai 404 Ha dengan kepadatan penduduk yang tinggi. Perumahan tersebut mulai dikembangkan pada tahun 1990 dengan berbagai ukuran, luas dan jumlah rumah yang berbeda, sesuai dengan tipenya. Tipe-tipe perumahan tersebut diperuntukkan hanya sebagai rumah tinggal, namun setelah beberapa tahun kemudian Perumahan Bumi Tamalanrea Permai dibangun, maka terlihat adanya perubahan luas dan fungsi ruang yang semula hanya sebagai rumah tinggal berubah menjadi rumah sekaligus tempat kegiatan usaha perdagangan, kesehatan, pelayanan jasa, dan pendidikan yang menyebar pada setiap blok perumahan dan cenderung tidak terkendali (Arsyial, 2013). Sehingga dengan tidak terkendalinya hal tersebut maka dapat menimbulkan masalah baru seperti gangguan kesehatan pada manusia dan perubahan iklim pada suatu wilayah



rangnya ruang terbuka hijau yang berfungsi sebagai penyerap polusi yang n dari aktifitas manusia salah satunya yaitu gas buang dari kendaraan . Dengan berbagai fasilitas yang ada pada Perumahan Bumi Tamalanrea

menyebabkan angka volume kendaraan pada jam tertentu yang melintasi jalan utama perumahan tersebut meningkat sehingga dapat menghasilkan emisi yang besar pula. Perumahan Bumi Tamalanrea Permai juga berbatasan langsung dengan jalan moncongloe Kabupaten Maros pada bagian belakang perumahan tersebut, sedangkan pada bagian depan perumahan tersebut berbatasan dengan jalan perintis kemerdekaan dan tallasa city. Dimana dengan letaknya itu membuat kendaraan berat melintasi jalan Perumahan Bumi Tamalanrea Permai untuk dapat langsung memasuki area tol tallasa.

Berdasarkan penjelasan tersebut maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui ketersediaan ruang terbuka hijau eksisting khususnya pada kemampuan pohon serta semak/perdu di ruang terbuka hijau tersebut dalam penyerapan emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan kendaraan bermotor yang melintasi jalan di Perumahan Bumi Tamalanrea Permai. Sehingga peneliti mengambil judul yaitu “**Analisis Jalur Hijau Berbasis Emisi CO<sub>2</sub> Di Jalan Utama Perumahan Bumi Tamalanrea Permai Kota Makassar**”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Bagaimana besaran daya serap CO<sub>2</sub> ruang terbuka hijau dengan metode jenis tumbuhan dan luas tajuk di Jalan Utama Perumahan Bumi Tamalanrea Permai Kota Makassar?
- 2) Bagaimana besaran beban emisi CO<sub>2</sub> kendaraan bermotor di Jalan Utama Perumahan Bumi Tamalanrea Permai Kota Makassar?
- 3) Bagaimana kemampuan jalur hijau di Jalan Utama Perumahan Bumi Tamalanrea Permai dalam menyerap emisi CO<sub>2</sub> dari kendaraan bermotor yang melintasi jalan tersebut?

## 1.3 Tujuan

Tujuan yang dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Menganalisis besaran daya serap CO<sub>2</sub> ruang terbuka hijau dengan metode jenis tumbuhan dan luas tajuk di Jalan Utama Perumahan Bumi Tamalanrea Permai Makassar



- 2) Menganalisis besaran beban emisi CO<sub>2</sub> kendaraan bermotor di Jalan Utama Perumahan Bumi Tamalanrea Permai Kota Makassar
- 3) Menganalisis kemampuan jalur hijau di Jalan Utama Perumahan Bumi Tamalanrea Permai dalam menyerap emisi CO<sub>2</sub> dari kendaraan bermotor yang melintasi jalan tersebut

## 1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini sebagai berikut :

### a. Bagi Pemerintah

Sebagai referensi kepada Pemkot Makassar dalam merencanakan pembangunan berkelanjutan khususnya pada sektor perumahan untuk mengurangi polusi udara dari alat elektronik dan kendaraan bermotor.

### b. Bagi Universitas

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu referensi penyelesaian tugas akhir dan sarana pengembangan ilmu pengetahuan mengenai emisi yang dihasilkan oleh alat elektronik dan kendaraan bermotor pada perumahan.

### c. Bagi Masyarakat

Sebagai informasi kepada masyarakat kota Makassar khususnya perumahan bumi tamalanrea permai akan pentingnya ruang terbuka hijau untuk mengeliminasi polusi udara yang disebabkan oleh alat elektronik dan kendaraan bermotor yang digunakan sehari-hari.

### d. Bagi Penulis

Sebagai syarat penyelesaian studi sarjana dan meningkatkan pemahaman akan pentingnya ruang terbuka hijau pada suatu wilayah dalam menjaga lingkungan agar tetap seimbang seiring dengan kebutuhan lahan yang kian bertambah.

## 1.5 Ruang Lingkup

### 1. Ruang Lingkup Substansi



Pada penelitian ini membahas ruang terbuka hijau pada Perumahan Bumi anrea Permai yang ditinjau dari daya serap vegetasi yang tersedia arkan jenis pohon dan luas tajuk pohon, serta kebutuhan ruang terbuka

hijau ditinjau dari emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor pada Perumahan Bumi Tamalanrea Permai.

## **2. Ruang Lingkup Wilayah**

Wilayah yang dijadikan sebagai objek penelitian ialah Ruang Terbuka Hijau pada jalur hijau Jalan Utama Perumahan Bumi Tamalanrea Permai (BTP).

### **1.6 Sitematika Penulisan**

Adapun sistematika penulisan laporan penelitian ini, yaitu sebagai berikut :

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini menguraikan landasan dan identifikasi permasalahan sehingga dilakukannya penelitian ini. Bab ini meliputi latar belakang masalah, identifikasi permasalahan, tujuan penelitian yang ingin dicapai, batasan masalah untuk mempersempit ruang lingkup, manfaat penelitian yang diharapkan, serta sistematika penulisan laporan yang digunakan dalam tugas akhir ini sehingga bisa dipahami secara sistematis.

#### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menguraikan informasi-informasi dan teori-teori pendukung dari buku-buku literatur, jurnal, dan berbagai sumber lain sesuai dengan tujuan penelitian untuk digunakan sebagai dasar dalam pembahasan.

#### **BAB III METODE PENELITIAN**

Bab ini berisi bagan alir penelitian, jenis penelitian, populasi dan sampel, waktu dan tempat penelitian, peralatan penelitian, teknik pengumpulan data, metode penyajian data dan analisis data, serta gambaran umum lokasi penelitian.

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menguraikan hasil penelitian, perhitungan, evaluasi serta analisis mengenai permasalahan yang diangkat.

#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini menguraikan hasil penelitian, perhitungan, evaluasi serta analisis mengenai permasalahan yang diangkat.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Ruang Terbuka Hijau**

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No: 05/PRT/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan, Ruang Terbuka Hijau merupakan area memanjang/jalur dan/atau mengelompok, yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh secara alamiah maupun yang sengaja ditanam. Sedangkan menurut World Health Organization (2017) Ruang terbuka hijau seperti taman dan lapangan olah raga serta hutan dan padang rumput alami, lahan basah atau ekosistem lainnya, merupakan komponen mendasar dari ekosistem perkotaan manapun. Kawasan perkotaan hijau memfasilitasi aktivitas fisik dan relaksasi, dan membentuk tempat berlindung dari kebisingan. Pohon menghasilkan oksigen, dan membantu menyaring polusi udara yang berbahaya, termasuk partikel partikulat udara. Bintik air, dari danau sampai sungai dan air mancur, suhu sedang. Sumarmi (2006) mendefinisikan RTH sebagai bagian dari ruangruang terbuka suatu wilayah perkotaan yang diisi oleh tumbuhan, tanaman, dan vegetasi guna mendukung manfaat langsung atau tidak langsung yang dihasilkan oleh RTH dalam kota tersebut yaitu keamanan, kenyamanan, kesejahteraan dan keindahan wilayah perkotaan tersebut. Selain itu, RTH juga dapat diartikan sebagai area terbuka dengan batas dan luasan tertentu sesuai peran dan fungsinya, bisa berbentuk memanjang (jalur) dan/atau mengelompok, yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman yang tumbuh secara alami maupun yang sengaja ditanam (Purnomohadi, 2016).

##### **2.1.1 Fungsi Ruang Terbuka Hijau Perkotaan**

Ruang terbuka hijau, memiliki fungsi dan peran khusus pada masing-masing kawasan yang ada pada setiap perencanaan tata ruang kabupaten/kota, yang direncanakan dalam bentuk penataan tumbuhan, tanaman, dan vegetasi, agar dapat berperan dalam mendukung fungsi ekologis, sosial budaya, dan arsitektural, dapat memberi manfaat optimal bagi ekonomi dan kesejahteraan bagi masyarakat (Samsudi, 2010), sebagai berikut :



- a. Fungsi ekologis; RTH diharapkan dapat memberi kontribusi dalam peningkatan kualitas air tanah, mencegah terjadinya banjir, mengurangi polusi udara, dan pendukung dalam pengaturan iklim mikro
- b. Fungsi sosial budaya; RTH diharapkan dapat berperan terciptanya ruang untuk interaksi sosial, sarana rekreasi, dan sebagai penanda (tetenger/ landmark) kawasan.
- c. Fungsi arsitektural/estetika; RTH diharapkan dapat meningkatkan nilai keindahan dan kenyamanan kawasan, melalui keberadaan taman, dan jalur hijau
- d. Fungsi ekonomi; RTH diharapkan dapat berperan sebagai pengembangan sarana wisata hijau perkotaan, sehingga menarik minat masyarakat/ wisatawan untuk berkunjung ke suatu kawasan, sehingga secara tidak langsung dapat meningkatkan kegiatan ekonomi

### 2.1.2 Jenis-jenis Ruang Terbuka Hijau Perkotaan

Taman kota; Taman kota merupakan suatu kawasan ruang terbuka hijau di wilayah perkotaan, lengkap dengan segala fasilitasnya untuk kebutuhan masyarakat kota sebagai tempat rekreasi secara aktif maupun pasif. Secara estetika, keberadaan taman kota mampu memberikan efek visual dan psikologis yang indah dalam totalitas ruang kota. Selain itu kota juga memiliki peranan penting sebagai paruparu kota, pengendali iklim mikro, konservasi tanah dan air, serta habitat berbagai flora dan fauna. Penataan taman kota di suatu kawasan tidak asal jadi, tetapi tujuan penyebaran tamannya harus jelas dan strategis. Seperti penempatan lokasi, luas taman, kelengkapan sarana dan prasarana, keamanan dan kenyamanan harus sesuai dengan kebutuhan standar kota. Apabila luas taman kota dan jumlah taman seimbang, dapat memberikan citra kota yang asri dan berwawasan lingkungan (Guntoro, 2011).

- a. Hutan kota; Definisi atau rumusan hutan kota adalah komunitas vegetasi berupa pohon dan asosiasinya yang tumbuh di lahan kota dan sekitarnya, berbentuk jalur, menyebar atau bergerombol (menumpuk), strukturnya meniru (menyerupai) hutan alam, membentuk habitat yang memungkinkan bagi upan satwa liar dan menimbulkan lingkungan sehat, suasana nyaman, dan estetis (Zoer`aini Djamal Irwan, 1994).



- b. Sabuk hijau; Sabuk hijau merupakan RTH yang berfungsi sebagai daerah penyangga dan untuk membatasi perkembangan suatu penggunaan lahan (batas kota, pemisah kawasan, dll) atau membatasi aktivitas satu dengan aktivitas lainnya agar tidak saling mengganggu, serta pengamanan dari faktor lingkungan sekitarnya.
- c. RTH jalur hijau jalan; Untuk jalur hijau jalan, RTH dapat disediakan dengan penempatan tanaman antara 20-30% dari ruang milik jalan (RUMIJA) sesuai dengan kelas jalan. Untuk menentukan jenis tanaman, perlu memperhatikan 2 hal, yaitu fungsi tanaman dan persyaratan penempatannya. Disarankan agar dipilih jenis tanaman khas daerah setempat, yang disukai oleh burung-burung, serta tingkat evapotranspirasi rendah. Fungsi jalur hijau jalan adalah sebagai peneduh, penyerap polusi udara, peredam kebisingan, pemecah angin, dan pembatas pandang (Permen PU No.5 Tahun 2008: 17).
- d. RTH ruang pejalan kaki; Ruang pejalan kaki adalah ruang yang disediakan bagi pejalan kaki pada kiri-kanan jalan atau di dalam taman. Ruang pejalan kaki yang dilengkapi dengan RTH harus memenuhi hal-hal sebagai berikut.
- e. RTH fungsi tertentu; RTH fungsi tertentu adalah jalur hijau antara lain RTH sempadan rel kereta api, RTH jaringan listrik tegangan tinggi, RTH sempadan sungai, RTH sempadan pantai, RTH sempadan danau, RTH pengamanan sumber mata air/ sumber air baku, dan pemakaman (Mukafi, 2013).

### 2.1.3 Jalur Hijau Jalan

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2008 Tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan, jalur hijau adalah jalur penempatan tanaman serta elemen lansekap lainnya yang terletak di dalam ruang milik jalan (RUMIJA) maupun di dalam ruang pengawasan jalan (RUWASJA). Sering disebut jalur hijau karena dominasi elemen lansekapnya adalah tanaman yang pada umumnya berwarna hijau. Jalur hijau memuat kriteria tanaman pada JHJ yang sesuai peruntukannya sebagai berikut:

- a. Pada jalur tanaman tepi jalan

Peneduh

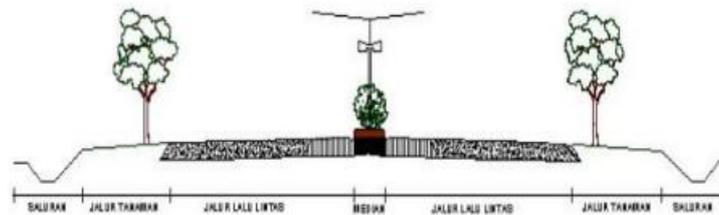
Kriteria tanaman yang diperuntukan sebagai peneduh yaitu :

- a) Ditempatkan pada jalur tanaman (minimal 1,5 m dari tepi median)
- b) Percabangan 2 m di atas tanah
- c) Bentuk percabangan batang tidak merunduk



- d) Bermassa daun padat
- e) Berasal dari perbanyak biji
- f) Ditanam secara berbaris
- g) Tidak mudah tumbang

Contoh jenis tanaman yang digunakan sebagai peneduh ialah bungur, tanjung dan kiara payung. Untuk letak jalur hijau jalan dapat dilihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Letak Jalur Hijau Jalan

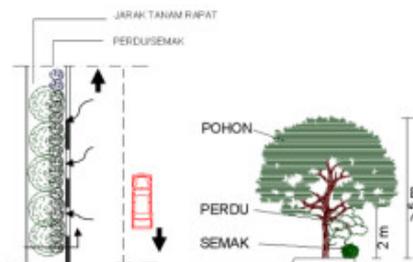
Sumber : PERMEN Pekerjaan Umum No. 5 tahun 2008

## 2) Penyerap polusi udara

Kriteria tanaman yang diperuntukan sebagai polusi udara yaitu :

- a) Terdiri dari pohon, perdu/semak
- b) Memiliki kegunaan untuk menyerap udara
- c) Bermassa daun padat
- d) Jarak tanam rapat

Contoh jenis tanaman yang digunakan sebagai polusi udara ialah angkana, akasia daun besar, oleander, bogenvil, dan the-tehan pangkas. Untuk letak jalur hijau tepi penyerap polusi udara dapat dilihat pada **Gambar 2**.



**Gambar 2.** Jalur Tanaman Tepi Penyerap Polusi Udara

Sumber : PERMEN Pekerjaan Umum No. 5 tahun 2008

## Peredam kebisingan

Kriteria tanaman yang diperuntukan sebagai kebisingan yaitu :

- a) Terdiri dari pohon, perdu/semak
- b) Membentuk massa



- c) Bermassa daun rapat
- d) Berbagai bentuk tajuk

Contoh jenis tanaman yang digunakan sebagai kebisingan ialah the-tahan pangkas, kembang sepatu, begonvil, oleander, tanjung dan kiara payung.

#### 4) Pemecah angin

Kriteria tanaman yang diperuntukan sebagai pemecah angin yaitu :

- a) Tanaman tinggi, perdu/semak
- b) Bermassa daun padat
- c) Ditanam berbaris atau berbentuk massa
- d) Jarak tanam rapat < 3 m

Contoh jenis tanaman yang digunakan sebagai pemecah angin ialah mahoni, cemara, kembang sepatu, tanjung dan kiara payung.

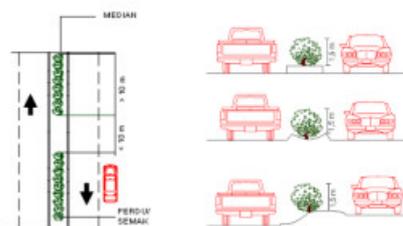
#### 5) Pembatas pandang

Kriteria tanaman yang diperuntukan sebagai pembatas pandang yaitu :

- a) Tanaman tinggi, perdu/semak
- b) Bermassa daun padat
- c) Ditanam berbaris atau berbentuk massa
- d) Jarak tanam rapat

Contoh jenis tanaman yang digunakan sebagai pembatas pandang ialah bambu, cemara, kembang sepatu, dan oleander.

#### b. Pada Median



**Gambar 3.** Jalur Tanaman Pada Median Jalan

Sumber : PERMEN Pekerjaan Umum No. 5 tahun 2008

Kriteria tanaman yang diperuntukan pada jalur hijau di median jalan yaitu :

- a) Tanaman perdu/semak

Ditanam rapat

Ketinggian 1,5 m

Bermassa daun padat

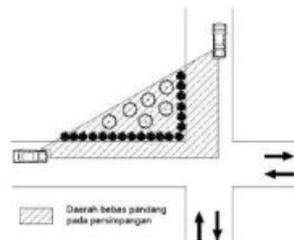


Contoh jenis tanaman yang digunakan sebagai tanaman pada median jalan ialah bogenvil, kembang sepatu, oleander, dan nuda indah.

c. Pada Persimpangan Jalan

Daerah bebas pandang tidak diperkenankan ditanami tanaman yang menghalangi pandangan pengemudi. Sebaiknya digunakan tanaman rendah berbentuk tanaman perdu dengan ketinggian  $<0,80$  m, dan jenisnya merupakan berbunga atau berstruktur indah, misalnya :

- a) Soka berwarna-warni (*Ixora stricata*)
- b) Lantana (*Lantana camara*)
- c) Pangkas kuning (*Durant asp*)

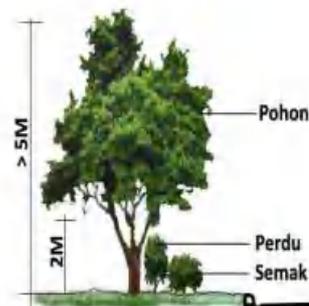


**Gambar 4.** Jalur Tanaman Pada Daerah Bebas Pandang

Sumber : PERMEN Pekerjaan Umum No. 5 tahun 2008

### 2.1.4 Kelompok Tanaman

Menurut Kementerian Pekerjaan Umum RI No 5 Tahun 2012 tentang Ruang Terbuka Hijau. Kelompok tanaman terbagi menjadi tiga sesuai fungsinya, Adapun kelompok tanaman sebagai berikut :



**Gambar 5.** Kelompok Tanaman

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum RI, 2012

a. Tanaman pohon



Tanaman pohon adalah jenis tanaman berkayu yang biasanya mempunyai tinggall dan dicirikan dengan pertumbuhan yang sangat tinggi. Tanaman adalah tanaman yang membentuk batang sekunder dan jaringan xylem yak. Biasanya, tanaman pohon digunakan sebagai tanaman pelindung dan int. Flamboyan dan Dadap Merah termasuk jenis tanaman pohon. Namun

demikian pengelompokan pohon lebih diklasifikasikan berdasarkan ketinggiannya yang mencapai lebih dari 8 m. Berdasarkan ukurannya, pohon dapat dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu:

1. Pohon Besar: memiliki ketinggian lebih dari 12 meter, dalam penataan lansekap berfungsi sebagai unsur penting yang secara fisik membagi ruang-ruang perkotaan dan perdesaan yang luas, yang tidak mungkin dibatasi oleh bangunan karena kendala permukaan tanah menjadi ruangruang yang lebih kecil.
2. Pohon Sedang: memiliki ketinggian antara 9-12 meter, dalam penataan lansekap berfungsi sebagai pengatur komposisi bersama-sama dengan tanaman semak serta berfungsi untuk membatasi ruang pada bidang vertikal.
3. Pohon Kecil / Perdu: memiliki ketinggian maksimal 4,5 meter, dalam penataan lansekap berfungsi untuk memberikan aksen visual dalam komposisi, sebagai pembatas atau latar depan yang bersifat transparan, sebagai akhiran dari ruang linear dan daya tarik bagi suatu area Main Entrance.

b. Tanaman perdu atau semak

Tanaman golongan perdu merupakan tanaman berkayu yang pendek dengan batang yang cukup kaku dan kuat untuk menopang bagian-bagian tanaman. Golongan perdu biasanya dibagi menjadi tiga, yaitu perdu rendah, perdu sedang, dan perdu tinggi. Bunga Sikat Botol, Krossandra dan Euphorbia termasuk dalam golongan tanaman perdu.

c. Terna

Terna adalah tumbuhan yang batangnya lunak karena tidak membentuk kayu. Tumbuhan semacam ini dapat merupakan tumbuhan semusim, tumbuhan dwimusim, ataupun tumbuhan tahunan. Tumbuhan yang dapat disebut terna umumnya adalah semua tumbuhan berpembuluh (tracheophyta). Biasanya sebutan ini hanya dikenakan bagi tumbuhan yang berukuran kecil (kurang dari 2 meter) dan

terapan pada tumbuhan non-kayu yang merambat (digolongkan tumbuhan terna).



d. Liana

Liana adalah suatu habitus tumbuhan. Suatu tumbuhan dikatakan liana apabila dalam pertumbuhannya memerlukan kaitan atau objek lain agar ia dapat bersaing mendapatkan cahaya matahari. Liana juga dapat pula dikatakan tumbuhan yang merambat, memanjat, atau menggantung. Berbeda dengan epifit yang mampu sepenuhnya tumbuh lepas dari tanah, akar liana berada di tanah paling tidak memerlukan tanah sebagai sumber haranya.

## 2.2 Vegetasi Penyerap Gas Karbon Dioksida

Vegetasi mempunyai daya serap yang berbeda setiap jenisnya. Daya serap vegetasi yang tinggi diperuntukan untuk wilayah dengan tingkat penghasil emisi yang tinggi seperti jalan raya ataupun industry. Penelitian Dahlan (2007) dalam Gracia 2016 terhadap beberapa tanaman yang dapat menyerap emisi CO<sub>2</sub> disajikan di dalam tabel berikut ini :

**Tabel 1.** Daya Serap CO<sub>2</sub> Tumbuhan

Nama Tumbuhan	Nama Latin	Daya Serap (kg/pohon/tahun)
Trembesi	<i>Samanea Saman</i>	28.49
Glodogan	<i>Polyalthia longifolia</i>	96.36
Kamboja	<i>Plumeria Cendana</i>	16.43
Palm Raja	<i>Roystonea regia</i>	1.71
Srikaya	<i>Annona squamosa</i>	77.96
Belimbing	<i>Averrhoa bilimbi</i>	6.33
Bungur	<i>Lagerstroemia</i>	160.14
Mahoni	<i>Swietenia mahagoni</i>	295.73
Agave	<i>Agave americana</i>	11.30
Bunga Kertas	<i>Bougainvillea spectabilis</i>	0.25
Adam Hawa	<i>Tradescantia spathacea</i>	1.18
Bambu Grasena	<i>Dracaena</i>	3.42
Lily Pink Putih	<i>Lilium Candidum</i>	15.48
Pucuk Merah	<i>Oleina syzygium</i>	1362.88
Eforbia	<i>Euphorbia</i>	1.23
Hanjuang	<i>Cordyline fruticosa</i>	1.23
Lidah Mertua	<i>Sansevieria</i>	4.14
Kriminil	<i>Alternanthera ficoidea</i>	0.70
Kencana	<i>Ruellia simplex</i>	5218.16
Erpah	<i>Alternanthera ficoidea variegated</i>	0.70
Daun magkokan	<i>Polyscias Scutellaria</i>	26.37





CO<sub>2</sub> ini terjadi akibat kenaikan pembakaran bahan bakar minyak (BBM), batu bara, dan bahan bakar organik lainnya yang melampaui kemampuan tumbuhan-tumbuhan dan laut untuk mengabsorsinya. Bahan-bahan di permukaan bumi yang berperan aktif untuk mengabsorsi hasil pembakaran tadi ialah tumbuh-tumbuhan, hutan, dan laut. Jadi bisa dimengerti bila hutan semakin gundul, maka panas di bumi akan semakin naik. Energi yang diabsorsi dipantulkan kembali dalam bentuk radiasi infra merah olehawan dan permukaan bumi. Hanya saja sebagian sinar inframerah tersebut tertahan olehawan, gas CO<sub>2</sub>, dan gas lainnya sehingga terpantul kembali ke permukaan bumi. Dengan meningkatnya konsentrasi gas CO<sub>2</sub> dan gas-gas lain di atmosfer maka semakin banyak pula gelombang panas yang dipantulkan bumi dan diserap atmosfer. Dengan perkataan lain semakin banyak jumlah gas rumah kaca yang berada di atmosfer, maka semakin banyak pula panas matahari yang terperangkap di permukaan bumi. Akibatnya suhu permukaan bumi akan naik. Sudah disebutkan di atas bahwa efek rumah kaca terjadi karena emisi gas rumah kaca (Pratama, 2019).

### 2.3.3 Siklus Global CO<sub>2</sub>

Karbon di alam tidaklah diam, namun mengalami suatu siklus yang menyebabkan karbon mengalami pertukaran (exchange) antar satu reservoir dengan reservoir lainnya. Reservoir merupakan tempat karbon terakumulasi membentuk stok karbon (carbon stock) dan tinggal selama kurun waktu tertentu. Terdapat empat reservoir utama karbon di bumi yaitu atmosfer, hidrosfer (laut), biosfer dan litosfer (Falkowsky et al., 2000). Namun demikian, reservoir atmosfer dan hidrosfer merupakan reservoir utama dalam sistem siklus karbon yang melibatkan fitoplankton. Aliran pertukaran karbon (exchange flux) antar reservoir dapat memakan waktu bulanan bahkan hingga jutaan tahun (Ciais et al., 2013; Rackley, 2017).

Menurut Afdal (2007) pengikatan CO<sub>2</sub> dari atmosfer dapat melalui beberapa cara, yaitu:

- a. Ketika matahari bersinar, tumbuhan melakukan fotosintesis yang mengubah



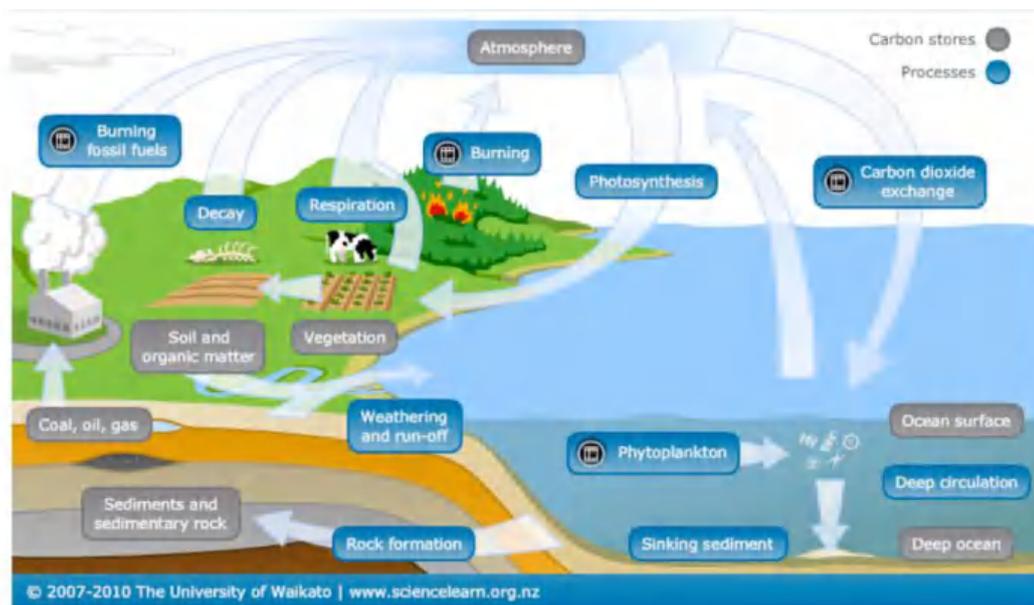
CO<sub>2</sub> menjadi karbohidrat dan melepaskan gas O<sub>2</sub> ke atmosfer.

a permukaan laut di daerah kutub, temperatur yang lebih rendah menyebabkan gas CO<sub>2</sub> lebih mudah larut. Selanjutnya, CO<sub>2</sub> yang terlarut

tersebut akan terbawa ke lapisan air yang lebih dalam karena massanya yang menjadi lebih berat.

- c. Pada laut bagian atas dengan produktivitas tinggi, organisme membentuk memanfaatkan  $\text{CO}_2$  dalam kehidupannya; misalnya membentuk cangkang karbonat atau bagian-bagian tubuh lainnya yang keras, serta proses fotosintesis oleh ganggang laut.

Samudera juga mempunyai peranan yang sangat penting dalam mengurangi peningkatan konsentrasi  $\text{CO}_2$  di atmosfer. Disolusi air laut memberikan kesempatan yang besar untuk menenggelamkan  $\text{CO}_2$  antropogenik, hal ini disebabkan  $\text{CO}_2$  mempunyai daya larut yang tinggi. Di samping itu,  $\text{CO}_2$  juga memisahkan diri ke dalam ion-ion dan berinteraksi dengan unsur pokok air laut. Tingkat penyerapan  $\text{CO}_2$  oleh vegetasi hanya sekitar 0.05%, sedangkan 1.75% tetap berada di atmosfer dan 98.20% larut dalam lautan (Pradiptyas, dkk, 2010). Berikut adalah siklus karbon dioksida yang dapat dilihat pada **Gambar 6**.



**Gambar 6.** Siklus Karbon Dioksida

Sumber : [https://www.sciencelearn.org.nz/image\\_maps/3-carbon-cycle](https://www.sciencelearn.org.nz/image_maps/3-carbon-cycle)

## 2.4 Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor (Transportasi Darat)



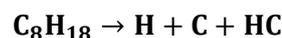
Emisi gas buang kendaraan adalah sisa hasil pembakaran bahan bakar mesin kendaraan yang dikeluarkan melalui sistem pembuangan mesin. Proses pembakaran adalah reaksi kimia antara oksigen di dalam udara dengan senyawa hidrokarbon di dalam bahan bakar untuk menghasilkan tenaga.

Dalam reaksi yang sempurna, maka sisa hasil pembakaran adalah berupa gas buang yang mengandung karbondioksida (CO<sub>2</sub>), uap air (H<sub>2</sub>O), Oksigen (O<sub>2</sub>) dan Nitrogen (N<sub>2</sub>). Dalam prakteknya, pembakaran yang terjadi di dalam mesin kendaraan tidak selalu berjalan sempurna sehingga di dalam gas buang mengandung senyawa berbahaya seperti karbonmonoksida (CO), hidrokarbon (HC), Nitrogenoksida (NO<sub>x</sub>) dan partikulat (Winarno, 2017). Emisi gas buang merupakan polutan yang mengotori udara yang dihasilkan oleh gas buang kendaraan. Gas buang kendaraan yang dimaksud disini adalah gas sisa proses pembakaran yang dibuang ke udara bebas melalui saluran buang kendaraan. Terdapat emisi pokok yang dihasilkan kendaraan (Siswanto dkk, 2016).

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, emisi merupakan zat, energi, dan/atau komponen lainnya yang dihasilkan dari suatu kegiatan yang masuk dan/atau dimasukkan ke udara ambien. Emisi dapat mengandung potensi pencemar atau tidak. Emisi gas buang merupakan salah satu emisi yang memiliki potensi pencemar yang diklasifikasikan menjadi dua berdasarkan sumbernya, yaitu bergerak dan tidak bergerak. Sumber bergerak adalah sarana transportasi dan yang tidak bergerak adalah industri, kegiatan komersial, pembangkit listrik, rumah tangga, dan lain-lain. Terdapat empat emisi pokok yang dihasilkan oleh kendaraan, diantaranya adalah (Ferdian, 2016) :

a. Hidrokarbon (HC)

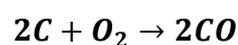
Senyawa Hidrokarbon (HC), terjadi karena bahan bakar belum terbakar tetapi sudah terbang bersama gas buang akibat pembakaran kurang sempurna dan penguapan bahan bakar (Siswanto, Lagiyono, & Siswiyanti, 2012). Unsur Hidrokarbon di dalam bahan bakar akan terbakar dalam suatu proses sebagai berikut :



b. Karbonmonoksida (CO)

Karbon monoksida (CO) adalah gas yang tidak berwarna, tidak berbau, mudah terbakar dan sangat beracun (Maryanto, Mulasari, & Suryani, 2009). Boleh

akan bahwa terbentuknya CO dan HC sangat tergantung dari perbandingan uran bahan bakar dan udara yang masuk dalam ruang bakar. Menurut taqim, Hidayat & Hidayat, 2011).



c. Karbondioksida (CO<sub>2</sub>)

Pembakaran bahan fosil meningkatkan konsentrasi CO<sub>2</sub> di bumi. CO<sub>2</sub> tidak beracun seperti gas CO namun dapat menaikkan suhu bumi (Sastrawijaya, 2000). Gas CO<sub>2</sub> merupakan gas yang tidak berwarna maupun berbau, CO<sub>2</sub> didapat dari perpaduan bahan bakar dan oksigen yang seimbang sehingga menghasilkan CO<sub>2</sub> (Awal Syahrani, 2006).

d. NO (Nitrogen Oksida)

Gas ini terjadi akibat adanya panas yang tinggi pada proses pembakaran sehingga kandungan nitrogen bereaksi dengan udara sehingga berubah menjadi Nox (Awal Syahrani, 2006).

e. Timah Hitam (Pb)

Timah hitam dapat ditemukan pada bensin yang mengandung TEL yang mempunyai rumus kimia Pb (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>) untuk meningkatkan nilai oktan. Ketika proses pembakaran berlangsung di ruang bakar, maka TEL tersebut berubah menjadi partikel halus yang berupa timah hitam dan ikut keluar ketika langkah buang (Winangun, 2012).

Faktor-faktor yang mempengaruhi emisi gas buang antara lain:

- a. Kurangnya kesadaran menggunakan transportasi umum
- b. Kurangnya kesadaran pengguna kendaraan terhadap kelestarian lingkungan.
- c. Kebijakan kepemilikan kendaraan yang kurang tepat.
- d. Perkembangan jumlah pemilik kendaraan yang cepat.
- e. Jenis kendaraan.
- f. Bahan bakar yang digunakan kondisi kendaraan.
- g. Pola mengemudi.
- h. Kontur jalan dan struktur jalan yang dilewati.

## 2.5 Klasifikasi Jalan

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 tentang jalan, jalan adalah sarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk perlengkapan dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, baik pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori



dan jalan kabel. Jalan sebagai prasarana dalam sistem transportasi memegang peranan penting dalam kaitannya untuk mendukung sektor ekonomi, sosial dan budaya serta lingkungan. pengelompokkan jalan sesuai dengan peruntukannya terdiri atas dua jalan yaitu jalan umum dan jalan khusus. Jalan umum menurut fungsinya, dikelompokkan menjadi :

- a. **Jalan arteri**, yaitu jalan umum yang berfungsi melayani angkutan umum dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna
- b. **Jalan kolektor**, yaitu jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul dan pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi
- c. **Jalan lokal**, yaitu jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi
- d. **Jalan lingkungan**, yaitu jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat dan kecepatan rata-rata rendah. Pengelompokkan jalan umum menurut statusnya dikelompokkan menjadi :
  - a. **Jalan nasional**, yaitu dalam jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi dan jalan strategis nasional serta jalan tol
  - b. **Jalan provinsi**, yaitu jalan kolektor dalam sistem jaringan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota atau antar ibukota kabupaten/kota dan jalan strategis provinsi
  - c. **Jalan kabupaten**, yaitu jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang tidak termasuk jalan nasional dan jalan provinsi, yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antar pusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten dan jalan strategis kabupaten



**Jalan kota**, yaitu jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam kota menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antar persil, serta menghubungkan antar pusat permukiman yang berada di dalam kota

- e. **Jalan desa**, yaitu jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antar permukiman di dalam desa serta jalan lingkungan.

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang jalan, sistem jaringan jalan terdiri dari dua jenis yaitu :

- a. **Sistem jaringan jalan primer**, menghubungkan secara menerus kota jenjang satu, kota jenjang dua, kota jenjang tiga dan kota jenjang dibawahnya sampai ke persil dalam satu satuan wilayah pengembangan
- b. **Sistem jaringan jalan sekunder**, menghubungkan kawasan-kawasn yang mempunyai fungsi primer, fungsi sekunder kesatu, fungsi sekunder kedua, fungsi sekunder ke tiga dan seterusnya sampai perumahan,

## 2.6 Dispersi Polutan

Dispersi polutan dipengaruhi langsung oleh faktor meteorologi. Salah satu faktor utama yang mempengaruhi dispersi polutan ialah :

- a. Kecepatan dan arah angin

Persebaran polutan di udara disebabkan banyak faktor, diantaranya adalah arah dan kecepatan angin. Polutan di udara menyebar secara horizontal dan vertikal karena arah dan kecepatan angin. Kecepatan angin yang besar dapat menjadikan polutan mengalami pengenceran yang besar. Untuk mengukur kecepatan angin dan arah angin dapat digunakan anemometer (Magidi, 2013).

- b. Suhu udara

Suhu udara dan tutupan awan dalam proses dispersi zat pencemar akan mempengaruhi stabilitas udara. Gradien perubahan suhu udara akan berpengaruh sangat kuat terhadap kestabilan atmosfer. Pada proses dispersi stabilitas udara akan mempengaruhi tipe atau bentuk polutan ke daerah penerima. Terdapat beberapa kondisi atmosfer dalam kaitannya dengan stabilitas udara, yaitu kondisi tidak stabil terjadi apabila laju penurunan suhu di lingkungan lebih besar dari laju penurunan suhu udara kering yang sifatnya konstan, kondisi stabil terjadi bila laju penurunan suhu udara kering, dan kondisi netral terjadi bila laju penurunan suhu lingkungan sama dengan laju

urunan suhu udara kering (Rahmawati, 1999).

nbaban

ngan antara kelembaban udara dengan debu pada pagi hari, diketahui

a debu dan kelembaban udara memiliki hubungan yang berbanding



terbalik. Kelembaban udara adalah besarnya kandungan air dalam udara. Semakin tinggi kelembaban udara, maka kandungan airnya akan semakin besar sehingga akan menetralkan 30 sedikit pencemar termasuk debu meskipun tidak secara langsung (Adriani 2020).

d. Radiasi matahari

Menurut Sakinah (2021), Radiasi matahari yang jatuh ke bumi ini disebut insolasi. Hampir 99% energi radiasi matahari berada di daerah gelombang pendek, yaitu antara 0,15 myum dan 0,4 myum sehingga radiasi matahari dinamakan pula radiasi gelombang pendek. Radiasi matahari yang sampai di atmosfer maupun tiba dipermukaan bumi merupakan energi utama dalam siklus cuaca termasuk persebaran polutan di atmosfer. Pengaruh dari radiasi matahari secara fisik dan dinamik dalam penyebaran polusi udara adalah sebagai sumber energi perpindahan massa udara. Hal ini disebabkan perbedaan pemanasan di permukaan bumi maupun di perairan yang menimbulkan angin dan terbelensi, sehingga mempengaruhi kondisi stabilitas atmosfer dan pencampuran polutan dengan lingkungan sekitar

## 2.7 Pengukuran Emisi CO<sub>2</sub> dari Kendaraan Bermotor

### 2.7.1 Beban Emisi

Menurut (Handriyono, 2017), Beban emisi merupakan jumlah (massa) pencemar yang keluar dari sumber, baik sumber titik (*point source*), garis (*line source*), maupun area (*area source*). Menurut Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI No. 19 Tahun 2017 menyebutkan bahwa beban emisi adalah beban emisi gas buang yang dibuang ke udara ambien. Beban emisi adalah besarnya massa polutan yang dibebaskan ke udara oleh lalu lintas sebagai sumber polusi udara dalam satuan waktu tertentu (Sengkey, dkk, 2010).

Pada perhitungan jumlah emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) data-data yang dibutuhkan adalah data jumlah bahan bakar yang didapat pada perhitungan sebelumnya serta faktor emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) berdasarkan bahan bakar

nisi yang digunakan untuk menghitung setiap beban emisi dari semua adalah faktor emisi dari US EPA dan IPCC. Persamaan yang digunakan menentukan emisi dari pembakaran sesuai **Persamaan 1**.

$$E_{BB} = n \times \text{Konsumsi } BB_{BB} \times \text{Faktor Emisi}_{GRK, BB} \times L \quad (1)$$



Keterangan :

- BB : Bahan Bakar
- Emisi<sub>GRK, BB</sub> : Emisi GRK jenis tertentu menurut jenis bahan bakar (kg/jam.km)
- Konsumsi BB<sub>BB</sub> : Banyaknya bahan bakar yang dibakar menurut jenis bahan bakar (liter/100km)
- Faktor Emisi<sub>GRK, BB</sub> : Faktor emisi GRK menurut jenis bahan bakar (g/liter)
- L : Panjang Segmen (km)

### 2.7.2 Faktor Emisi

Menurut (Ismiyati 2014) tampak dengan jelas beberapa faktor penting yang menyebabkan dominannya pengaruh sektor transportasi terhadap pencemaran udara perkotaan di Indonesia antara lain:

- a. Perkembangan jumlah kendaraan yang cepat (eksponensial).
- b. Tidak seimbangny prasarana transportasi dengan jumlah kendaraan yang ada.
- c. Pola lalu lintas perkotaan yang berorientasi memusat, akibat terpusatnya kegiatan-kegiatan perekonomian dan perkantoran.
- d. Masalah turunan akibat pelaksanaan kebijakan pengembangan kota yang ada, misalnya daerah pemukiman penduduk yang semakin menjauhi pusat kota.
- e. Kesamaan waktu aliran lalu lintas.
- f. Jenis, umur dan karakteristik kendaraan bermotor.
- g. Faktor perawatan kendaraan.
- h. Jenis bahan bakar yang digunakan.
- i. Jenis permukaan jalan.
- j. Siklus dan pola mengemudi (*driving pattern*)

Penentuan faktor emisi masing-masing jenis kendaraan telah diacu pada IPCC 2010. Penentuan faktor emisi yang digunakan berasal dari sumber IPCC 2010 sebab faktor emisi kendaraan bermotor telah diatur di Indonesia, yaitu dengan menyamakan pengeluaran emisi kendaraan bermotor berdasarkan jenis nya. Selanjutnya, dilakukan penghitungan emisi kendaraan sesuai lasifikasi emisi kendaraan dan konsumsi energi spesifiknya.



Nilai faktor emisi yang digunakan adalah faktor emisi gas buang kendaraan untuk kota metropolitan dan kota besar di Indonesia yang ditetapkan berdasarkan kategori kendaraan berdasarkan peraturan menteri negara lingkungan hidup nomor 12 tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah. Nilai faktor emisi dapat dilihat pada **Tabel 3**.

**Tabel 3.** Faktor Emisi CO<sub>2</sub> Pada Kendaraan Bermotor

No	Jenis Bahan Bakar	Faktor Emisi (gr/liter)
1	Premium/Bensin	2597.86
2	Diesel/Solar	2924.9

Sumber : IPCC, 2006

### 2.7.3 Konsumsi Energi Spesifik

Untuk menentukan Faktor emisi dengan pendekatan melalui konsumsi bahan bakar dengan menggunakan fraksi bahan bakar, dibutuhkan konsumsi bahan bakar rata-rata. Nilai konsumsi bahan bakar rata-rata dapat mengacu pada IPCC 2006 yang dapat dilihat pada **Tabel 4**.

**Tabel 4.** Konsumsi Energi Spesifik Kendaraan Bermotor

No	Jenis Kendaraan	Konsumsi Energi Spesifik (liter/100km)
1	Sepeda motor, skuter, kendaraan roda 3	2.66
2	Mobil penumpang (station wagon dan sedan)	11.79
3	Opelet, suburban, combi, dan minibus	11.6
4	Pick-up, micro truk, dan mobil hantaran	10.64
5	Bus kecil	16.5
6	Bus besar	16.89
7	Truck ringan 2 sumbu	18.5
8	Truck sedang 2 sumbu	18.8
9	Truk 3 sumbu	19
10	Truk gandengan	19.1
11	Truk semi trailer	19.2

Sumber : IPCC, 2006



## 2.8 Pengukuran Serapan CO<sub>2</sub> Oleh Tumbuhan

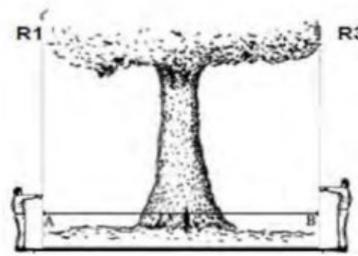
Keberadaan CO<sub>2</sub> di atmosfer merupakan bagian dari siklus karbon. Karbon dapat masuk ke pool lain melalui proses fotosintesis. Fotosintesis merupakan pembentukan karbohidrat (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) dari gas CO<sub>2</sub> di atmosfer dan molekul air (H<sub>2</sub>O) dari tanah dengan bantuan cahaya matahari dan klorofil (Ingen-Housz, 1779). Hasil fotosintesis akan menjadi biomassa dari tumbuhan. Selain karbohidrat, fotosintesis juga menghasilkan oksigen (O<sub>2</sub>) yang kembali dilepaskan ke atmosfer. Secara umum, reaksi dari fotosintesis adalah:

Daya serap CO<sub>2</sub> per satuan waktu setiap tanaman berbeda, bergantung pada jenis tanaman itu sendiri, terutama pada morfologi daunnya. Pada tanaman yang dapat hidup di lingkungan dengan intensitas cahaya rendah, daun akan berukuran lebih besar, lebih tipis, ukuran stomata lebih besar, jumlah daun sedikit, dan ruang antar sel lebih besar. Sebaliknya, pada lingkungan dengan intensitas cahaya tinggi, daun akan lebih kecil, tebal, stomata kecil dan banyak, juga jumlah daun yang lebih rindang (Leopold dan Kriedemann, 1975). Hal ini merupakan respon adaptasi tanaman terhadap lingkungan untuk menghindari kerusakan pada klorofil daun.

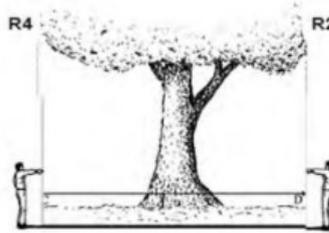
Tajuk adalah keseluruhan bagian tumbuhan, terutama pohon, perdu, atau liana, yang berada di atas permukaan tanah yang menempel pada batang utama. Pengertian lainnya juga mencakup batang/sumbu, terutama apabila tumbuhan itu berupa semak atau terna. Kanopi terbentuk dari satu atau lebih tajuk tumbuhan yang melingkupi suatu area. Diukur dengan cara "Improvised technique" (Fellizar, 1976), yaitu dengan menetapkan satu titik sebagai pusat tajuk pada permukaan tanah, dari titik tersebut dibuat garis ke utara, selatan, timur dan barat sampai pada tetes batas tajuk. Panjang rata-rata garis tersebut sama dengan diameter tajuk.

Pohon-pohon tropis pengukuran diameter tajuk dilakukan sebanyak 2 (dua) kali dengan posisi saling tegak lurus. Secara teknis, pengukuran diameter tajuk dilakukan dengan mengukur jari-jari tajuk pohon sebanyak 4 (empat) kali dan saling tegak lurus menurut 4 (empat) arah mata angin utama (Utara, Timur, Selatan, Barat).

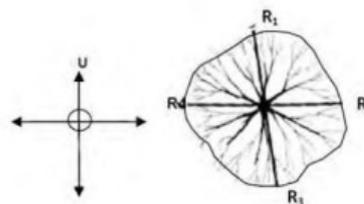




**Gambar 7.** Pengukuran Dimensi Tajuk Tampak Utara dan Timur  
Sumber : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2013



**Gambar 8.** Pengukuran Dimensi Tajuk Tampak Selatan dan Barat  
Sumber : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2013



**Gambar 9.** Pengukuran Dimensi Tajuk Tampak Dari Atas

Sumber : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2013

Menurut Supriyanto dan Irawan (2001), pengukuran tajuk dilakukan untuk mengetahui luas tajuk di mana diameter terpanjang dan diameter terpendek tajuk diukur dengan meteran pada proyeksi tajuk pohon yang diamati dengan cara berdiri dibawah tajuk. Pengukuran diameter terpanjang dan diameter terpendek tajuk dilakukan menggunakan meteran. Diameter terpanjang dan diameter terpendek tajuk kemudian di rata-ratakan menggunakan **Persaman 2** dan **Persamaan 3**:

$$D_{\text{Rata-rata}} = \frac{D_{\text{Terpanjang}} + D_{\text{Terpendek}}}{2} \quad (2)$$

$$L = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times \% \text{Kerapatan tajuk pohon} \quad (3)$$

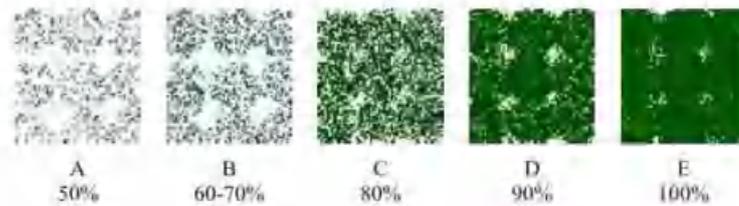


an :

luas (m)

diameter tajuk (m)

Penentuan persentase kerapatan tajuk didasarkan pada penilaian secara visual. Penilaian ini bersifat subjektif sehingga dibutuhkan acuan. Kerapatan tajuk ditentukan berdasarkan ketebalan tutupan daun dalam satu area untuk RTH publik. Penentuan asumsi kerapatan tajuk ini dilakukan berdasarkan pengembangan dari penelitian terdahulu. Adapun acuan visualisasi penentuan kerapatan tajuk dapat dilihat pada Gambar 13 (Murti, 2015 dalam Ferdy 2021).



**Gambar 10.** Visualisasi Penentuan Persentase Kerapatan Tajuk

Sumber : Murti 2015 dalam ferdy 2021

Perhitungan daya serap pada vegetasi pohon menggunakan hasil dari perkalian banyaknya pohon dengan nilai daya serap vegetasi pohon atau pun semak/perdu. Berikut ini adalah rumus untuk menghitung daya serap pohon yang dapat dilihat pada **Persamaan 4**.

$$C_{\text{sink}} = \text{Daya Serap CO}_2 \text{ 1 Pohon atau Semak} \times \text{Jumlah Pohon} \quad (4)$$

Keterangan :

$C_{\text{sink}}$  : Daya serap CO<sub>2</sub> vegetasi (kg/jam)

Daya serap vegetasi total yang ada pada jalur hijau terhadap emisi CO<sub>2</sub> didapatkan dari penjumlahan kemampuan daya serap pohon dan daya serap semak. Berikut ini merupakan rumus daya serap total vegetasi yang dapat dilihat pada **Persamaan 5**.

$$C_{\text{sink}} = LT \times \text{Koef daya serap CO}_2 \text{ dalam Satuan Luas} \quad (5)$$

Keterangan :

$C_{\text{sink}}$ : Daya serap CO<sub>2</sub> vegetasi (kg/jam)

LT : Luas tajuk masing-masing jenis tumbuhan (ha)

Laju serapan vegetasi dalam menyerap gas karbon dioksida bermacam-macam. Hutan yang mempunyai berbagai macam tipe tutupan vegetasi memiliki daya serap



karbon dioksida yang berbeda. Tipe penutupan vegetasi tersebut berupa mak belukar, padang rumput dan sawah. Daya serap berbagai macam tipe terhadap karbon dioksida dapat dilihat pada **Tabel 5**.

**Tabel 5.** Daya Serap CO<sub>2</sub> Berdasarkan Jenis Tutupan Vegetasi

Tipe Penutupan	Koefisien Daya Serap CO <sub>2</sub>		
	(kg/ha/jam)	(kg/ha/hari)	(ton/ha/tahun)
Pohon	129,925	1.559,1	569,07
Semak/Perdu	12,556	150,68	55,00
Padang Rumput	2,74	32,88	12,00
Sawah	2,74	32,99	12,00

Sumber : Prasetyo dalam Afrizal dan Rulli 2016

Jumlah tumbuhan adalah jumlah setiap jenis tumbuhan yang tumbuh pada suatu jalur hijau, median, ataupun pulau jalan. Untuk mengetahui total serapan CO<sub>2</sub> pada suatu jalur hijau, median, ataupun pulau jalan dapat menjumlahkan seluruh daya serap pohon/perdu yang tumbuh pada area tersebut dengan menggunakan

#### **Persamaan 6.**

$$C_{\text{sink total}} = \sum_{i=1}^n C_{\text{sink ke-}i} \quad (6)$$

Keterangan :

$C_{\text{sink}}$  : Daya serap CO<sub>2</sub> vegetasi (kg/jam)

$n$  : Banyaknya jenis tumbuhan pada jalur hijau jalan

$i$  : Jenis tumbuhan ke- $i$

## **2.9 Efisiensi dan Efektivitas Daya Serap CO<sub>2</sub> Oleh Ruang Terbuka Hijau**

Efisiensi dan efektivitas dihitung untuk mengetahui kemampuan CO<sub>2</sub> dalam menyerap emisi pada suatu wilayah. Jika hasil perhitungan sisa emisi bernilai negatif (-) maka emisi mampu terserap seluruhnya oleh vegetasi, begitu pula sebaliknya jika hasil perhitungan sisa emisi bernilai positif (+) maka daya serap vegetasi belum mampu menyerap emisi secara keseluruhan. Untuk menghitung sisa emisi digunakan **Persamaan 7**:

$$\text{Sisa Emisi CO}_2 = \text{Emisi CO}_2 \text{ Total} - \text{Total Daya Serap CO}_2 \quad (7)$$

Efektivitas adalah ukuran berhasil tidaknya pencapaian tujuan suatu penyerapan mencapai tujuannya. Jika nilai yang dihasilkan kurang dari 100% maka



serapan oleh tumbuhan belum mencapai angka yang diinginkan atau ada sisa emisi yang tidak dapat diserap oleh tumbuhan. Begitupun sebaliknya, jika hasil yang didapatkan melebihi 100% maka tumbuhan masih bisa

menyerap emisi CO<sub>2</sub> pada suatu wilayah. Untuk menghitung efektifitas dapat menggunakan rumus persamaan berikut.

$$\% \text{Efektifitas} = \frac{\text{Total Daya Serap Vegetasi}}{\text{Emisi CO}_2} \times 100\% \quad (8)$$

