

**SKRIPSI**

**ANALISIS KEBUTUHAN RUANG TERBUKA HIJAU  
BERDASARKAN EMISI CO<sub>2</sub> KENDARAAN BERMOTOR  
PADA JALAN VETERAN KOTA MAKASSAR**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**DIDIK APRI YADI  
D131 19 073**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2024**



Optimized using  
trial version  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

### ANALISIS KEBUTUHAN RUANG TERBUKA HIJAU BERDASARKAN EMISI CO<sub>2</sub> KENDARAAN BERMOTOR JALAN VETERAN KOTA MAKASSAR

Disusun dan diajukan oleh

**Didik Apri Yadi**  
**D131191073**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Pada tanggal 6 Februari 2024 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., AER.  
NIP 197204242000122001



## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Didik Apri Yadi  
NIM : D131191073  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

{ Analisis Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau Berdasarkan Emisi CO<sub>2</sub> Kendaraan Bermotor Pada Jalan Veteran 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, 20 Februari 2024

ing Menyatakan  
  
Didik Apri Yadi

## KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrohim, rasa syukur tiada hentinya dipanjatkan atas kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan kecukupan menjadikannya berbagai bentuk kesyukuran yang mengiringi penulis dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir yang berjudul Analisis Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau Berdasarkan Emisi CO<sub>2</sub> Kendaraan Bermotor Jalan Veteran Kota Makassar dapat di selesaikan sesuai dengan kaidah akademik yang berlaku. Sholawat serta salam yang selalu menyertai dalam setiap sujud dan tunduk, kepada yang akhir namun selalu jadi yang pertama, sang revolusioner sejadi Nabi Muhammad SAW. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Secara garis besar Tugas Akhir ini meneliti tentang kemampuan daya serap oleh vegetasi yang berada pada jalur hijau jalan sepanjang jalan Veteran Kota Makassar dalam menyerap polusi CO<sub>2</sub> dari aktifitas kendaraan bermotor yang melintas. Untuk mendapatkan hasil penelitian yang detail maka dilakukan pembagian segmen pada jalan Veteran Kota Makassar agar karakteristik volume kendaraan konstan. Kemudian dilakukannya traffic counting pada hari kerja dengan pertimbangan volume kendaraan maksimal.

Selesainya tugas akhir ini tidak lepas dari doa, bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak terkhusus kepada:

1. Ayahanda Rajak, Ibunda Mas'ad dan kepada kakak-kakak saya yang tiada henti memberikan dukungan moral dan material hingga penulis bisa menyelesaikan studi sampai pada saat ini.
2. Prof. Dr. Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, M.T., IPU. sebagai pembimbing pertama penulis yang telah memberikan banyak arahan dan masukan dalam penulisan dan penyusunan tugas akhir ini.
3. Nurul Masyiah Rani Harusi, S.T., M.Eng. sebagai pembimbing kedua penulis

yang juga senantiasa memberikan arahan, solusi terkait dengan penulisan tugas akhir ini.



4. Dr. Eng. Ir. Muralia Hustim, S.T., M.T.,IPM dan Zarah Arwieny Hanami, S.T., M.T. selaku tim penguji
5. Staff Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Bu Sumi, Kak Nisha dan Kak Olan yang sudah membantu penulis terkait administrasi selama masa perkuliahan.
6. Sobat Sirup Bakwan Nisaf, Vivi, Izzah, Inu, Rayhana, Chesa, Arya, Danti yang sudah membantu penulis dalam pengambilan data penelitian.
7. Sahabat saya Aris, Awan, Fadly, Kak Putri dan Nur yang sudah memberikan semangat dalam penyelesaian tugas akhir ini.
8. Sahabat Keluarga Daeng Aso (Lingga, Rifqi, Bagas, Atika, Nisa, Dhea Izumi, Winner, Prisol, Nila, Dhea A., Reginald, Hajra dan Firman) yang selalu menghibur dengan obrolan random nya serta memberikan kenangan yang sangat berkesan selama berjalannya Kabinet Rekosntruksi di masa perkuliahan ini. Tidak lupa juga Irsa yang kamarnya selalu bisa jadi pelarian dari penatnya kegiatan akademik maupun non akademik  
Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini, oleh karenanya penulis mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak untuk lebih baik lagi kedepannya.
9. Kepada teman teman Teknik Lingkungan 2019, terima kasih sudah mau menemani penulis sampai sekarang ini.
10. PORTLAND 2020, yang sudah memberikan kenangan yang tidak akan bias di ulang oleh siapapun dan kapanpun itu.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini, oleh karenanya penulis mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak untuk lebih baik lagi kedepannya.

Penulis  
Didik Apri Yadi



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
ABSTRAK .....	iii
ABSTRACT.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
KATA PENGANTAR .....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Ruang Lingkup.....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Ruang Terbuka Hijau .....	6
2.2 Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor .....	13
2.3 Kelompok Tanaman .....	15
2.4 Siklus CO <sub>2</sub> (Karbondioksida).....	18
2.5 Klasifikasi Jalan .....	19
2.6 Kendaraan Bermotor .....	20
2.7 Pengukuran Emisi CO <sub>2</sub> dari Kendaraan Bermotor.....	23
2.8 Pengukuran Daya Serap CO <sub>2</sub> oleh Tanaman .....	27
2.9 Efisiensi, Efektivitas Daya Serap CO <sub>2</sub> dan Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau.....	31
BAB III METODE PENELITIAN.....	32
3.1 Rancangan Penelitian.....	32
3.3 Waktu dan Lokasi Penelitian .....	34
3.4 Alat Penelitian.....	48
3.5 Teknik Pengumpulan Data.....	49
3.6 Teknik Pengolahan Data .....	51
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	58
ah Tanaman Pada Jalan Veteran.....	58
alisis Penyerapan CO <sub>2</sub> Oleh Tanaman Pada Tiap Segmen Jalan.....	71
isis Beban Emisi CO <sub>2</sub> Kendaraan Bermotor .....	96
isis Ketersediaan Vegetasi dan Kebutuhan RTH Jalur Hijau Jalan adap Beban Emisi .....	137



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	140
5.1 Kesimpulan .....	140
5.2 Saran.....	141
DAFTAR PUSTAKA .....	142
Lampiran 1 Contoh Lembar Pengesahan Untuk Seminar Proposal Dan Hasil...	145
Lampiran 2 Form Perhitungan Volume Kendaraan .....	146
Lampiran 3 Perhitungan Daya Serap .....	149
Lampiran 4 Perhitungan Beban Emisi CO <sub>2</sub> .....	173
Lampiran 5 Dokumentasi Penelitian.....	190



## ABSTRAK

**DIDIK APRI YADI.** *Analisis Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau Berdasarkan Emisi CO<sub>2</sub> Kendaraan Bermotor Jalan Veteran Kota Makassar* (dibimbing oleh Sumarni Hamid Aly dan Nurul Masyiah Rani Harusi)

Aktifitas transportasi tidak hanya menimbulkan dampak positif namun menimbulkan dampak negatif juga bagi lingkungan hidup sekitar. Pesatnya pertumbuhan transportasi selaras dengan tinggi pertumbuhan dan aktifitas penduduk. Kota Makassar pada tahun 2021 mengalami pertumbuhan yang sangat signifikan sebesar 37,12%. Salah satu penyumbang emisi CO<sub>2</sub> adalah dari aktifitas kendaraan bermotor atau transportasi. Jalan Veteran adalah salah satu jalan primer yang berada di Kota Makassar dengan aktifitas lalu-lintas diatas rata-rata, oleh karena hal tersebut diperlukannya penelitian tentang penyerapan emisi CO<sub>2</sub> oleh vegetasi pada Jalan Veteran Kota Makassar.

Untuk mengetahui penyerapan emisi CO<sub>2</sub> terlebih dahulu dibagi dari segmen jalan sejumlah 13 segmen. Untuk mengetahui besarnya beban emisi yang ada dilakukannya analisis yang menggunakan pendekatan konsumsi BBM, nilai faktor emisi dan koefisien konsumsi BBM yang merujuk pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.12 Tahun 2010. Selanjutnya akan dilakukan analisis kemampuan penyerapan menggunakan 2 metode yaitu melalui metode penyerapan per jenis tanaman dan luas tajuk.

Total beban emisi yang dihasilkan pada 13 segmen jalan yang berada pada Jalan Veteran Kota Makassar adalah sebesar 2371,72 kg/jam, dengan total daya serap sebesar 1374,27 kg/jam dengan efisiensi penyerapannya atau sisa emisi yang belum terserap adalah sebesar 996,996 kg/jam, sehingga efektifitas penyerapannya adalah sebesar 57,96% dan masih membutuhkan ruang terbuka hijau sebesar 7,67 ha. dan kebutuhan vegetasi sebanyak 130 pohon.

Kata Kunci: Emisi Kendaraan Bermotor, Jalur Hijau Jalan, Penyerapan Emisi CO<sub>2</sub>



## ABSTRACT

**DIDIK APRI YADI.** *"Analysis of Green Open Space Requirements Based on Motor Vehicle CO<sub>2</sub> Emissions on Veteran Road, Makassar City."* (supervised by Sumarni Hamid Aly and Nurul Masyiah Rani Harusi)

Transportation activities not only have positive impacts but also negative impacts on the surrounding environment. The rapid growth of transportation is in line with the high population growth and activities. In 2021, the city of Makassar experienced significant growth of 37.12%. One contributor to CO<sub>2</sub> emissions is motor vehicle activities or transportation. Veteran Street is one of the main roads in Makassar with above-average traffic activities, hence the need for research on CO<sub>2</sub> absorption by vegetation on Veteran Street in Makassar.

To determine CO<sub>2</sub> absorption, it is first divided into 13 road segments. To determine the amount of emissions, an analysis is conducted using the approach of fuel consumption, emission factor values, and fuel consumption coefficients referring to Minister of Environment Regulation No. 12 of 2010. Furthermore, an analysis of absorption capacity will be conducted using 2 methods: absorption per plant species and canopy area.

The total emissions produced on the 13 road segments on Veteran Street in Makassar are 2371.72 kg/hour, with a total absorption capacity of 1374.27 kg/hour. The efficiency of absorption, or the remaining emissions that have not been absorbed, is 996.996 kg/hour, resulting in an absorption effectiveness of 57.96%. It still requires green open space of 7.67 hectares and the planting of 130 trees.

**Keywords:** Motor Vehicle Emissions, Green Road Corridor, CO<sub>2</sub> Emission Absorption



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Transportasi merupakan salah satu sektor yang penting dalam perkembangan ekonomi dan sektor kehidupan lainnya. Pertumbuhan sektor ekonomi akan dapat terwujud jika pembangunan sarana dan prasarana dapat terpenuhi, pesatnya pembangunan tentu selaras dengan aktifitas transportasi yang lancar (Ibahim N.F, 2022). Aktifitas transportasi tidak hanya menimbulkan dampak positif namun menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan hidup sekitar. Dampak negatif yang di hasilkan adalah emisi, yang sebagian besarnya berasal dari sumber bergerak atau kendaraan bermotor. (Saepudin, 2005)

Menurut Badan Pusat Statistik (2021) sektor transportasi dan perdagangan mengalami pertumbuhan sebesar 9,78% pada kuartal IV tahun 2021, pertumbuhan ini meningkat selaras dengan pemulihan ekonomi dan peningkatan aktivitas bisnis di Indonesia akibat pandemi COVID – 19. Transportasi kendaraan bermotor di Indonesia telah mengalami peningkatan yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), jumlah kendaraan bermotor yang terdaftar di Indonesia pada tahun 2019 mencapai 130 juta unit, dengan peningkatan sekitar 8,2% dari tahun sebelumnya. Kota Makassar merupakan salah satu kota dengan jumlah penduduk yang terbilang padat. Jumlah penduduk kota Makassar pada tahun 2021 menurut Badan Pusat Statistik adalah sebanyak 1.480.480 jiwa. Dengan jumlah penduduk yang tinggi selaras juga dengan pertumbuhan kendaraan bermotor yang semakin bertambah sehingga mengakibatkan aktifitas transportasi menjadi semakin padat.

Femy Wahyuny (2021), berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kota Makassar pada tahun 2021, jumlah kendaraan bermotor sebanyak 1.690.457 unit. Pada tahun 2015 jumlah kendaraan bermotor sebanyak 1.062.943 unit. Jika dilihat dalam kurun waktu 5 (lima) tahun ,pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor

ni peningkatan yang cukup signifikan yaitu sebesar 37,12% atau sebanyak 627.514 unit hal ini tentunya akan memberikan dampak negatif pada kualitas udara Makassar.



Melihat laju pertumbuhan kendaraan pada kota Makassar yang tinggi akan menghasilkan emisi. Emisi adalah gas buang sisa pembakaran bahan bakar dalam pembakaran mesin kendaraan bermotor (Viktor V., 2013). Proses pembakaran bahan bakar pada kendaraan bermotor menghasilkan gas buang yang secara teoritis mengandung unsur CO<sub>2</sub> yang dapat mencemari lingkungan. Ruang Terbuka Hijau adalah ide sederhana yang efektif untuk mengurangi emisi CO<sub>2</sub> yang berada pada atmosfer, tidak hanya dapat mengurangi CO<sub>2</sub> saja Ruang Terbuka Hijau (RTH) dapat menghasilkan (O<sub>2</sub>) melalui proses fotosintesis. Secara sederhana RTH akan mengonsumsi CO<sub>2</sub> yang selanjutnya di manfaatkan oleh vegetasi pada RTH untuk Oksigen melakukan fotosintesis yang akan menghasilkan O<sub>2</sub>. Vegetasi pada RTH mampu mereduksi CO 23,47% - 92,22 % tergantung dengan jenis tanaman yang ada dalam RTH tersebut (Kusminingrum, 2008).

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, penanggulangan pencemaran udara dari sumber bergerak dapat meliputi pengawasan terhadap penataan ambang batas emisi gas buang, pemeriksaan emisi gas buang untuk kendaraan bermotor tipe baru dan tipe lama, pemantauan mutu udara ambien sekitar jalan, dan dapat juga dikurangi dengan pengadaan ruang terbuka hijau atau memperbanyak vegetasi. Jalur hijau merupakan salah satu jenis RTH yang dibuat pada tipe jalan yang memiliki fungsi penting bagi kontrol polusi pada kawasan perkotaan dan menjaga kualitas hidup masyarakat perkotaan. Jalur hijau jalan mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi polutan pencemar udara lebih besar dibandingkan dengan area terbuka hijau. (Ibrahim, 2022)

Berdasarkan Peraturan Daerah Kota Makassar No. 4 tahun 2015 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Makassar tahun 2015-2034, luas Ruang Terbuka Hijau pada kota Makassar hanya sebesar 8,31% dari luas total kota Makassar dengan luas jalur hijau sebesar 71,21 Ha atau sebesar 0,4% luas total wilayah kota Makassar, hal ini tentunya belum mencukupi dari kebutuhan Ruang Terbuka Hijau berdasarkan saran Kementerian Pekerjaan Umum yaitu pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau sebesar 30% luas wilayah kota. Menurut Angrareni (2005) Ruang Terbuka Hijau adalah pemisah fisik daerah perkotaan dan pedesaan yang berupa zona



bebas bangunan atau ruang terbuka hijau yang berada di sekeliling kawasan perkotaan yang menjadi pusat kegiatan/aktifitas yang menimbulkan polusi.

Kota Makassar memiliki sistem jaringan jalan yang terbagi dalam jalan kolektor primer, jalan kolektor sekunder, jalan arteri primer, jalan arteri sekunder, jalan protocol, jalan bebas hambatan dan jalan lokal. Klasifikasi jalan dilakukan atas dasar penggunaan jalan, ruas jalan, agar digunakan sesuai dengan tata guna lahan, fungsi dan manajemen transportasinya.

Jalan Veteran adalah salah satu jalan yang masuk dalam klasifikasi jalan arteri sekunder yang dimana aktifitas lalu lintas pada jalan ini lebih besar dari volume lalu-lintas rata-rata. Berdasarkan uraian masalah di atas maka perlu dilakukan penelitian tentang **Analisis Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau Berdasarkan Emisi CO<sub>2</sub> Kendaraan Bermotor Jalan Veteran Kota Makassar.**

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian masalah di atas, permasalahan yang dapat di rumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi eksisting jalur hijau pada Jalan Veteran Kota Makassar?
2. Bagaimana besar emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan kendaraan bermotor pada Jalan Veteran Kota Makassar?
3. Bagaimana kemampuan vegetasi jalur hijau Jalan Veteran Kota Makassar dalam menyerap emisi CO<sub>2</sub> dari kendaraan bermotor dan berapa total kebutuhan ruang terbuka hijau pada Jalan Veteran Kota Makassar?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis kondisi eksisting jalur hijau jalan di Jalan Veteran Kota Makassar
2. Menentukan besarnya beban emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor pada Jalan Veteran Kota Makassar



menganalisis kemampuan vegetasi jalur hijau dan kebutuhan ruang terbuka hijau pada Jalan Veteran Kota Makassar dalam menyerap emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan kendaraan bermotor.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagi Penulis
  - a) Sebagai syarat menyelesaikan studi sarjana;
  - b) Melatih menemukan metode penelitian;
  - c) Meningkatkan kemampuan menganalisis sebuah permasalahan;
2. Bagi Ilmu Pengetahuan  
Sebagai sumber atau referensi tentang Ruang Terbuka Hijau di Kota Makassar terkhusus pada Jalur Hijau.
3. Bagi Pemerintah  
Sebagai sumber atau referensi dalam melakukan pembangunan Ruang Terbuka Hijau di Kota Makassar dalam mengatasi permasalahan emisi CO<sub>2</sub> dari kegiatan transportasi.
4. Bagi Masyarakat  
Sebagai informasi yang memberikan pengetahuan tentang Ruang Terbuka Hijau, Jalur Hijau, dan emisi kendaraan bermotor pada masyarakat Kota Makassar.

## 1.5 Ruang Lingkup

Batasan - batasan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Wilayah studi hanya pada Jalan Veteran Kota Makassar.
2. Emisi CO<sub>2</sub> yang di ukur hanya yang bersumber dari kendaraan bermotor yang melintas pada Jalan Veteran Kota Makassar
3. Kemampuan penyerapan emisi CO<sub>2</sub> di hitung hanya pada vegetasi jalur hijau pada Jalan Veteran Kota Makassar



## **1.6 Sistematika Penulisan**

Penyusunan Laporan Tugas Akhir ini di buat secara sistematis yang sesuai dengan aturan atau kaidah ilmiah yang terusun atas 5 (lima) bab sebagai berikut ini.

### **BAB I – PENDAHULUAN**

Bab ini berisikan tentang latar belakang dari pennisan laporan tugas akhir ini yang juga memuat rumusan masalah, tujuan dari penlitian, manfaat, ruang lingkup dan sistematika dari pennisan laporan ini

### **BAB II – LANDASAN TEORI**

Bab ini akan membahas atau berisikan tentang referensi yang relevan, dan aktual yang berisikan teori yang menjadi dasar masalah pada penelitian ini. Dari landasan inilah akan ditemukan gagasan dan teori penelitian yang melahirkan sebuah konsep penelitian.

### **BAB III – METODE PENELITIAN**

Bab ini berisikan perencanaan dan perancangan dari konsep penelitian, waktu dan loaksi, persiapan peneltian seperti prngambilan dara sampai cara mengelolah data yang sudah di dapatkan.

### **BAB IV – HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisikan hasil analisis data beserta pembahasaannya.

### **BAB V – PENUTUP**

Bab ini berisikan kesimpulan dari hasil penelitian dan saran yang berkaitan dengan penelitian ini.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Ruang Terbuka Hijau

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.5 Tahun 2008 Ruang Terbuka Hijau area memanjang/jalur dan atau mengelompok yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, tubuh tanaman, baik yang tumbuh secara alami maupun yang sengaja di tanam. Berdasarkan Peraturan adalah Menteri Dalam Negeri Nomor 1 Tahun 2007 pada Bab 1 Pasal 1 Ayat 2 yang menyatakan bahwa Ruang Terbuka Hijau Kawasan Perkotaan yang selanjutnya disingkat RTHKP adalah bagian dari ruang terbuka suatu kawasan perkotaan yang diisi oleh tumbuhan dan tanaman guna mendukung manfaat ekologi, sosial, budaya, ekonomi dan estetika. Kawasan Perkotaan adalah kawasan yang mempunyai kegiatan utama bukan pertanian dengan susunan fungsi kawasan sebagai tempat permukiman perkotaan, Pembangunan kota sering lebih banyak dicerminkan oleh adanya perkembangan fisik kota yang lebih banyak ditentukan oleh sarana dan prasarana yang ada. Gejala pembangunan kota pada saat ini mempunyai kecenderungan untuk meminimalkan ruang terbuka hijau dan juga menghilangkan wajah alam. Lahan-lahan bertumbuhan banyak dialih fungsikan menjadi pertokoan, pemukiman, tempat rekreasi, industri dan lain-lain. (Dahlan, 2004)

Ruang Terbuka Hijau (RTH) kota adalah bagian dari ruang-ruang terbuka (*open spaces*) suatu wilayah perkotaan yang diisi oleh tumbuhan, tanaman, dan vegetasi (endemik, introduksi) guna mendukung manfaat langsung dan/atau tidak langsung yang dihasilkan oleh RTH dalam kota tersebut yaitu keamanan, kenyamanan, kesejahteraan, dan keindahan wilayah perkotaan tersebut. RTH dalam UU Nomor 26 Tahun 2007 adalah area memanjang/jalur dan atau mengelompok, yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh secara alamiah maupun yang sengaja ditanam. Ruang Terbuka Hijau (RTH) meliputi meliputi Ruang Terbuka Hijau Publik dan Ruang Terbuka Hijau Privat.

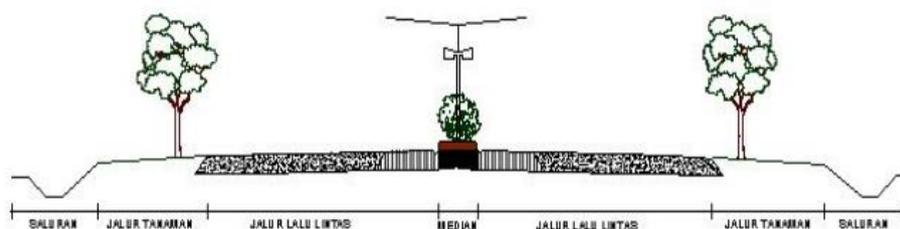


erbuca Hijau Publik merupakan ruang terbuka hijau yang dimiliki dan oleh pemerintah daerah kota yang digunakan untuk kepentingan at secara umum. Yang termasuk ruang terbuka hijau publik, antara lain,

adalah taman kota, taman pemakaman umum, dan jalur hijau sepanjang jalan, sungai dan pantai.

### 2.1.1 Jalur Hijau Jalan

Jalur Hijau Jalan merupakan salah satu bentuk dari Ruang Terbuka Hijau (RTH). Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan, JHJ merupakan jalur yang terletak di dalam ruang milik jalan (RUMIJA) maupun di ruang pengawasan jalan (RUWASJA) yang dipergunakan untuk penempatan tanaman serta elemen lanskap lain. JHJ merupakan salah satu bentuk penghijauan di jalan umum dalam bentuk pohon yang ditanam pada jalur. (Nazaruddin, 1994). Rizka (2009) menyebutkan bahwa JHJ merupakan bagian dari RTJ untuk menjaga keseimbangan lingkungan. Simond (1983) menambahkan bahwa JHJ merupakan penanaman tanaman pada jalur berdasarkan fungsi tanpa melupakan keindahannya. Dengan demikian, JHJ adalah jalur yang dipergunakan untuk menanam tanaman dan berperan sebagai penyangga lingkungan, dan ditempatkan berdasarkan fungsinya tanpa melupakan estetika yang dibutuhkan lanskap perkotaan. Penempatan vegetasi pada JHJ berkisar antara 20-30% dari ruang milik jalan sesuai dengan kelas jalannya (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5, 2008). Meski memiliki elemen lanskap lain, jalur lebih didominasi oleh vegetasi hijau. JHJ dapat ditanami dengan herba, perdu, maupun pohon yang biasanya dikombinasikan untuk mendapatkan lanskap yang menarik. Contoh tata letak jalur hijau jalan pada gambar berikut.



Gambar 1 Tata Letak Jalur Hijau Jalan

Sumber : Permen PU No.5 Tahun 2008



Jalur Hijau Jalan, dikelompokkan menjadi beberapa struktur yang dibai daerah sisi jalan, median jalan, dan pulau jalan, Jalur hijau jalan yang berada sisis jalan berfungsi untk keselamatan dan kenyamanan pejalan kaki dan berbagai fungsi lainnya seperti untuk membangun layanan fasilitas dan pelayanan pubik (Carpenter et al., 1975). Median jalan adalah jlaur yang dibangun untuk memisahkan antara dua sisis jalan atau dua jalur dan menjadi penuntun arah untuk mencegah terjadinya kecelakaan akibat kendaraan yang berlawanan arah dan untk mengurangi silau lampu kendaraan. Sedangkan pulau jalan adalah bagian dari Jalur Hijau Jalan yang terbentuk oleh persipangan atau bundaran jalan (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5, 2008)

### 2.1.2 Kriteria Jalur Hijau Jalan Berdasarkan Fungsinya

Perauran Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemnafaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan,adapaun kriteria tanaman pada Jalur Hiau Jalan secara umum dibagi menjadi tiga yaitu pada sisi jalan, median jalan dan pada persimpanagan jalan, adapun pembagian nya sebagai berikut :

#### 1. Pada sisi jalan

##### a. Sebagai peneduh

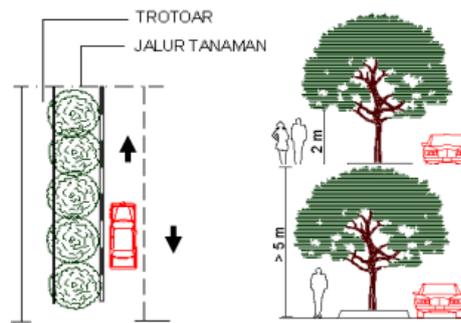
Adapun kriteria jenis tanaman sebagai peneduh pada sisi jalan adalah :

- Ditanam pada jarakminimal 1,5 meter dari tepi jalan
- Percabangan 2 meter diatas tanah
- Bentuk percabangan tidak merunduk.
- Bermassa daun padat
- Berasala dari perbanyak biji
- Ditanam secara berbaris
- Tidak mudah tumbang

Contoh jenis tanaman :

- Kiara Payung (*Filicium decipiens*)
- Tanjung (*Mimusops elengi*)
- Bungur (*Lagerstroemia floribunda*)





Gambar 2 Jalur Tanaman Tepi Peneduh

Sumber : Permen PU No.5 Tahun 2008

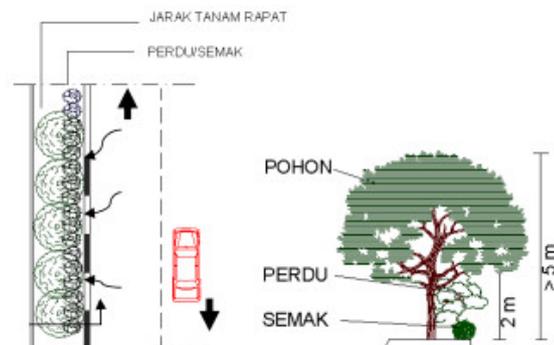
b. Penyerap polusi udara

Adapun kriteria jenis tanaman yang dapat menyerap udara adalah sebagai berikut;

- Terdiri dari pohon, semak/perdu
- Memiliki kegunaan untuk menyerap udara
- Jarak tanam yang rapat
- Memiliki massa daun yang padat

Contoh jenis tanaman :

- Angsana (*Pterocarpus indicus*)
- Akasia daun besar (*Accasia mangium*)
- Oleander (*Nerium oleander*)
- Bogenvil (*Bougenvillea Sp*)
- Teh-tehan pangkas (*Acalypha sp*)



Gambar 3 Jalur Tanaman Tepi Penyerap Polusi Udara

Sumber : Permen PU No. 5 Tahun 2008



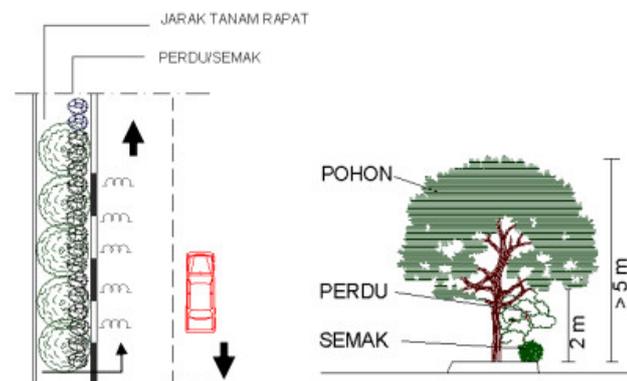
### c. Peredam Kebisingan

Adapun kriteria jenis tanaman yang digunakan untuk meredam kebisingan adalah sebagai berikut :

- Terdiri dari pohon, perdu/semak;
- Membentuk massa;
- Bermassa daun rapat;
- Berbagai bentuk tajuk

Contoh Jenis Tanaman:

- Tanjung (*Mimusops elengi*)
- Kiara payung (*Filicium decipiens*)
- Teh-tehan pangkas (*Acalypha* sp)
- Kembang Sepatu (*Hibiscus rosa sinensis*)
- Bogenvil (*Bogenvillea* sp)
- Oleander (*Nerium oleander*)



Gambar 4 Jalur Tanaman Tepi Peredam Kebisingan

Sumber : Permen PU No. 5 Tahun 2008

### d. Pemecah Angin

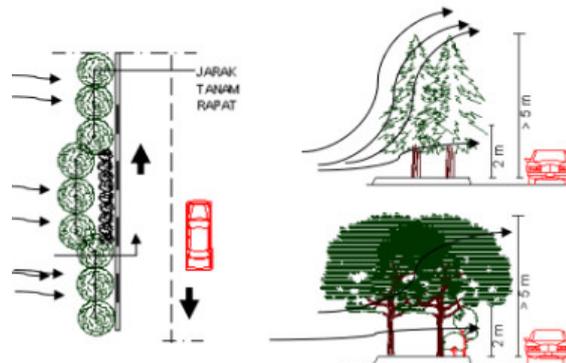
Adapun kriteria jenis tanaman yang berfungsi sebagai pemecah angin adalah sebagai berikut :

- Tanaman tinggi, perdu/semak;
- Bermassa daun padat;
- Ditanam berbaris atau membentuk massa;
- Jarak tanam rapat < 3 m.



Contoh jenis tanaman pemecah angin :

- Cemara (*Cassuarina equisetifolia*)
- Mahoni (*Swietenia mahagoni*)
- Tanjung (*Mimusops elengi*)
- Kiara Payung (*Filicium decipiens*)
- Kembang sepatu (*Hibiscus rosasinensis*)



Gambar 5 Jalur Tanaman Tepi Pemecah Angin

Sumber : Permen PU No. 5 Tahun 2008

e. Pembatas pandang

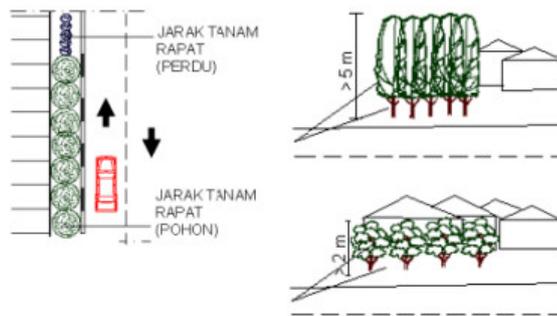
Adapun kriteria jenis tanaman pembatas pandangan pada tepi jalan adalah sebagai berikut :

- Tanaman tinggi, perdu/semak;
- Bermassa daun padat;
- Ditanam berbaris atau membentuk massa;
- Jarak tanam rapat.

Contoh jenis tanaman yang berfungsi sebagai pembatas pandang

- Bambu (*Bambusa sp*)
- Cemara (*Cassuarina equisetifolia*)
- Kembang sepatu (*Hibiscus rosa sinensis*)
- Oleander (*Nerium oleander*)





Gambar 6 Jalur Tanaman Tepi Pemecah Angin

Sumber : Permen PU No. 5 Tahun 2008

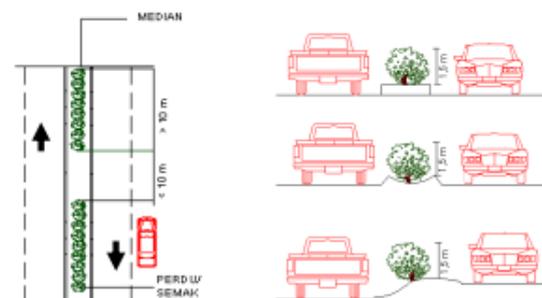
## 2. Pada Median Jalan

Tanaman yang diperuntukan pada median jalan berfungsi untuk penahan silau lampu kendaraan. Adapun kriteria tanaman yang digunakan pada median jalan, adalah sebagai berikut :

- Tanaman perdu atau semak
- Ditanam rapat
- Tinggi 1,5 m
- Bermassa daun padat

Contoh jenis tanaman yang digunakan :

- Bogenvil (*Bogenvillea* sp)
- Kempang sepatu (*Hibiscus rosasinensis*)
- Oleander (*Netrium oleander*)
- Nusa indah (*Mussaenda* sp)



Gambar 7 Jalur Tanaman Median

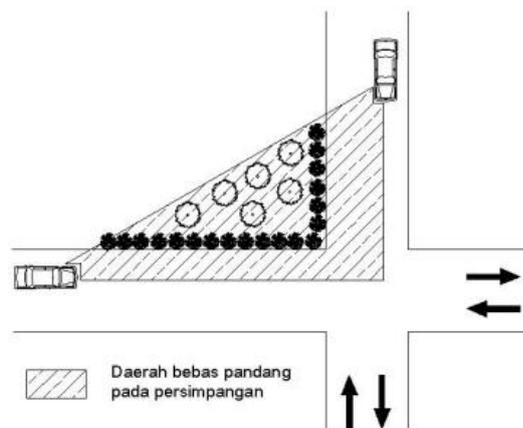
Sumber : Permen PU No. 5 Tahun 2008



### 3. Pada persimpangan jalan

Pemilihan jenis dan kriteria tanaman yang di peruntukan pada persimpangan jalan yang disesuaikan dengan kondisi geometrik jalan yang memeptrimbangan apakah daerah tersebut merupakan daerah bebas pandang, atau terdapat pulau lalu lintas atau kanal yang memungkinkan untuk di tanami, serta tanaman yang berfungsi sebagai tanaman pengarah. Adapaun jenis tanaman yang dapat digunakan adalah sebagai berikut ;

- Soka berwarna-warni (*Ixora stricata*)
- Lantana (*Lantana camara*)
- Pangkas Kuning (*Duranta sp*)
- Palem raja (*Oreodoxa regia*)
- Pinang jambe (*Areca catechu*)
- Lontar (siwalan) (*Borassus flabellifer*)
- Khaya (*Khaya Sinegalensis*)
- Bungur (*Lagerstromea Loudonii*)
- Tanjung (*Mimosups Elengi*)



Gambar 8 Jalur Tanaman Pada Persimpangan

Sumber : Permen PU No. 5 Tahun 2008

## 2.2 Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor



Emisi gas buang dari pembakaran tidak sempurna kendaraan berpotensi mencemaran udara, diantaranya adalah CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, hidrokarbon, Timbal dan particulate matter (PM). Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi

terjadi suatu reaksi pada atmosfer yaitu cahaya matahari, uap air, maupun senyawa lain yang jika kadar senyawa tersebut dalam jumlah yang tinggi amaka akan membahayakan kesehatan manusia dan juga menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya efek rumah kaca. (Soedomo, 2001)

Gas CO<sub>2</sub> bersifat tidak berbau, tidak berwarna dan tidak berasa (Holum, 1997), pesatnya perkembangan industry menjadikan kadar CO<sub>2</sub> di atmosfer menjadi menambahkan juga bahwa kriteria udara bersih mengandung CO<sub>2</sub> sebesar 310-330 ppm, sementara udara tercemar mengandung CO<sub>2</sub> 350-700 ppm. Dengan bertambahnya penggunaan energy yang bersumber dari bahan organic maka peningkatan emisi CO<sub>2</sub> akan terus bertambah, sebanyak 40% dari proses respirasi adalah CO<sub>2</sub> aktifitas transportasi seperti penggunaan mobil penumpang menyumbang 60% (Samsuedin et al., 2015). CO yang berada pada atmosfer akan berubah secara alami menjadi CO<sub>2</sub>. Perlu diperhatikan bahwa emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan oleh aktifitas transportasi kendaraan bermotor berbeda dengan yang dihasilkan oleh aktifitas lainnya, hal ini dipengaruhi oleh bahan bakar yang digunakan dan jenis kendaraannya.

Tabel 1 Emisi Gas CO<sub>2</sub> yang dihasilkan oleh bahan bakar

<b>Bahan Bakar</b>	<b>Default (kg/TJ)</b>	<b>Rendah (kg/TJ)</b>	<b>Tinggi (kg/TJ)</b>
Gasolin	69.300	67.500	73.000
Minyak Tanah	71.900	70.800	73.600
Gas/Minyak Diesel	74.100	72.600	74.800
Sisa Bahan Bakar Minyak	77.400	75.500	78.800
Gas Petroleum Cair	63.100	61.600	65.600
Gas Kilang	57.600	48.200	669.000
Minyak Lain	73.300	72.200	74.400
Lilin Parafin	73.300	72.200	74.400
Spirit Putih dan SHB	73.300	72.200	74.400
Produk Petroleum Lain	73.300	72.200	74.400
Gas Alam	56.100	54.300	58.300

Sumber : IPCC, 2006

Kenaikan kadar CO<sub>2</sub> di atmosfer berdampak pada kenaikan suhu udara. Secara global, suhu telah naik sebesar 0,5 derajat Celcius pada abad ke 20 ini dan akan terus naik sebesar 1,5-4,5 derajat Celcius pada tahun 2100 (IPCC, 1996). Melihat dari perkembangan tersebut, maka dapat di proyeksikan



bahwa suhu udara akan meningkat jika konsentrasi CO<sub>2</sub> di atmosfer tidak dalam kadar yang aman.

## 2.3 Kelompok Tanaman

Tanaman dapat dikelompokkan menjadi 4 yaitu pohon, semak/perdu, tera dan liana adapun pengelompokan sebagai berikut :

### 1. Pohon

Pohon adalah jenis tanaman yang memiliki struktur kayu, umumnya memiliki satu batang utama, dan ditandai oleh pertumbuhan yang sangat tinggi. Tanaman berstruktur kayu adalah tumbuhan yang mengembangkan batang sekunder dan memiliki banyak jaringan xilem. Tumbuhan pohon sering digunakan sebagai elemen pelindung dan juga sebagai titik fokus dalam berbagai lanskap. Flamboyan dan Dadap Merah termasuk dalam kategori tumbuhan pohon. Namun, pengelompokan pohon lebih lanjut diklasifikasikan berdasarkan tingginya yang melebihi 8 meter, yang terbagi dalam pohon besar, pohon sedang, dan pohon kecil/perdu. (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2012, 2012)

### 2. Perdu/semak

Tanaman jenis perdu adalah tumbuhan berkayu yang memiliki batang pendek yang cukup tegar dan kuat untuk menopang bagian-bagian tumbuhan. Kelompok perdu umumnya terbagi menjadi tiga kategori, yaitu perdu rendah, perdu sedang, dan perdu tinggi. Tumbuhan seperti Bunga Sikat Botol, Krossandra, dan Euphorbia termasuk dalam kelompok tanaman perdu tersebut. . (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2012, 2012)

### 3. Terna

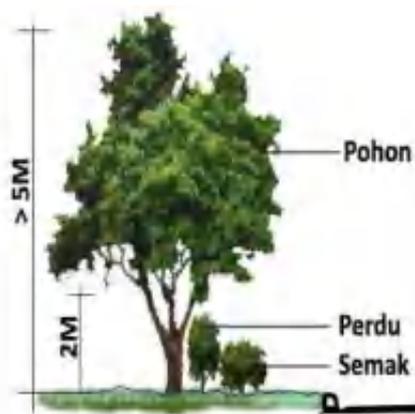
Terna adalah jenis tumbuhan yang memiliki batang yang lembut karena tidak membentuk struktur kayu. Jenis tumbuhan ini dapat mencakup tumbuhan musiman, dwimusim, atau tumbuhan yang hidup lebih dari satu tahun. Istilah "terna" umumnya digunakan untuk semua jenis tumbuhan perembuluh (tracheophyta). Namun, biasanya istilah ini digunakan khusus untuk tumbuhan yang berukuran kecil (kurang dari 2 meter) dan tidak



digunakan untuk tumbuhan non-kayu yang merambat (yang dikelompokkan sebagai tumbuhan merambat). (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2012, 2012)

#### 4. Liana

Liana merujuk pada sebuah karakteristik tumbuhan. Suatu tumbuhan disebut sebagai liana apabila dalam proses pertumbuhannya memerlukan penyangga atau objek lain untuk bersaing dalam mendapatkan sinar matahari. Liana juga bisa diartikan sebagai tumbuhan yang merambat, memanjat, atau bergantung. Dalam perbandingan dengan epifit yang dapat tumbuh sepenuhnya tanpa perlu tanah, akar liana terletak di tanah dan setidaknya sedikit memerlukan tanah sebagai sumber nutrisi. (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2012, 2012)



Gambar 9 Kelompok Tanaman

Sumber : (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2012, 2012)

### 2.3.1 Penyerapan CO<sub>2</sub> oleh Tumbuhan

Kemampuan tanaman dalam menyerap CO<sub>2</sub> dalam interval waktu tertentu bervariasi, bergantung pada jenis tanaman itu sendiri, terutama ditentukan oleh karakteristik daunnya. Pada tumbuhan yang mampu bertahan dalam kondisi cahaya rendah, daun akan memiliki ukuran yang lebih besar, tipis, memiliki stomata besar,

ruang yang terbatas, dan ruang antara sel yang lebih luas. Di sisi lain, pada tumbuhan yang tumbuh dengan cahaya yang kuat, daun akan lebih kecil, lebih tebal, memiliki stomata yang lebih kecil namun lebih banyak, dan jumlah daun yang lebih padat



seperti yang dijelaskan oleh Leopold dan Kriedemann (1975). Hal ini mencerminkan adaptasi tanaman terhadap lingkungannya untuk menghindari kerusakan pada klorofil daun. Kecepatan dalam menyerap CO<sub>2</sub> juga dipengaruhi oleh faktor umur dan lokasi daun. Tingkat klorofil akan meningkat seiring dengan penuaan dan ekspansi daun. Pada saat daun masih muda, kemampuan fotosintesisnya cenderung rendah dan akan terus meningkat hingga mencapai ukuran penuh. Setelah itu, daun akan mengalami penuaan dan perubahan warna menjadi kuning karena klorofilnya mengalami kerusakan. Daun yang berada di bagian dalam tajuk juga akan memiliki laju penyerapan yang lebih rendah, hal ini disebabkan oleh keterbatasan sinar matahari yang diterima oleh daun tersebut. (Dahlan, 2007)

Huenze, (2011) mengatakan dalam penelitiannya terkait dengan penyerapan CO<sub>2</sub> dengan ketersediaan Ruang Terbuka Hijau, dalam penjelasan yang lebih rinci mengenai lingkungan dan proses penyerapan CO<sub>2</sub>, dalam studi yang dilakukan oleh ditemukan bahwa terdapat fungsi dan keuntungan dalam menciptakan Ruang Terbuka Hijau (RTH) yang sehat dan terjaga dengan baik memiliki potensi untuk memberikan dampak positif terhadap lingkungan, kualitas udara, dan kesehatan manusia, hal ini dapat dilihat bahwa RTH yang dapat menyerap CO<sub>2</sub>. Adiastrari, (2010) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa kemampuan tanaman untuk menghasilkan oksigen melalui proses fotosintesis adalah fakta yang dikenal dengan proses fotosintesis. Proses kimia ini dilakukan oleh tanaman hijau dan memiliki peranan paling krusial, juga sangat berpengaruh pada kontaminan udara. Dalam proses fotosintesis tumbuhan mengambil CO<sub>2</sub> dari udara, mengurangi konsentrasinya, dan mengubahnya menjadi. Ketika CO<sub>2</sub> diserap dan oksigen dihasilkan dalam jumlah besar oleh vegetasi, ini dapat mengurangi jumlah emisi CO<sub>2</sub> di atmosfer, menghasilkan efek pada iklim mikro, dan pada akhirnya membantu mengatasi pemanasan global dengan mendinginkan udara. Proses fotosintesis dapat dilihat pada reaksi berikut :



an :  
 abondioksida  
 ir

$C_6H_{12}O_6$  = Glukosa

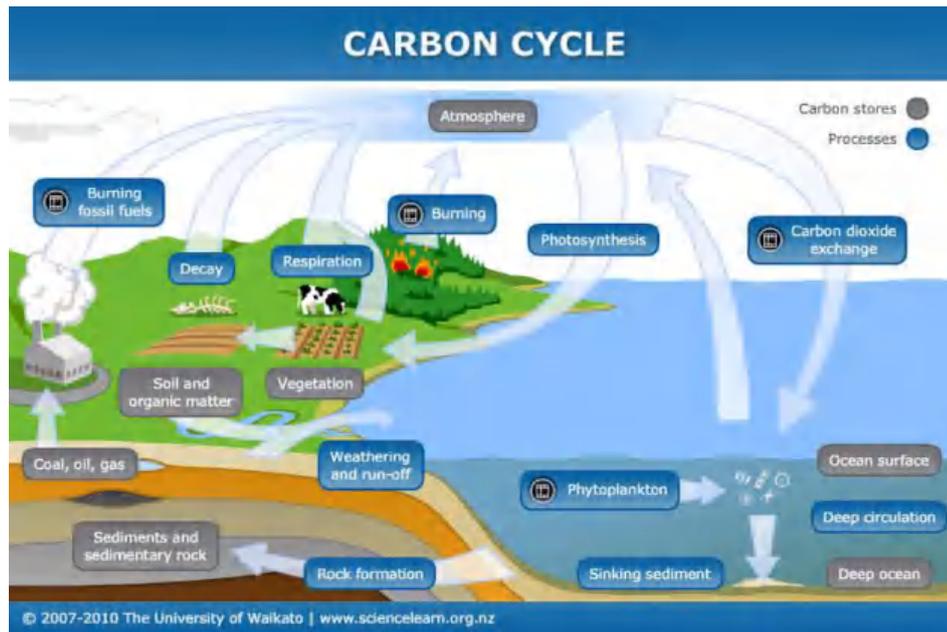
$O_2$  = Oksigen

## 2.4 Siklus $CO_2$ (Karbondioksida)

Pengikatan  $CO_2$  dari atmosfer dapat melalui beberapa cara, yaitu, ketika matahari bersinar, tumbuhan melakukan fotosintesis yang mengubah gas  $CO_2$  menjadi karbohidrat dan melepaskan gas  $O_2$  ke atmosfer. Pada permukaan laut di daerah kutub, temperatur yang lebih rendah menyebabkan gas  $CO_2$  lebih mudah larut. Selanjutnya,  $CO_2$  yang terlarut tersebut akan terbawa ke lapisan air yang lebih dalam karena massanya yang menjadi lebih berat. Pada laut bagian atas dengan produktivitas tinggi, organisme membentuk memanfaatkan  $CO_2$  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  $CO_2$  di atmosfer. Disolusi air laut memberikan kesempatan yang besar untuk menenggelamkan  $CO_2$  antropogenik, hal ini disebabkan  $CO_2$  mempunyai daya larut yang tinggi (Afdal, 2007).

Di samping itu,  $CO_2$  juga memisahkan diri ke dalam ion-ion dan berinteraksi dengan unsur pokok air laut. Tingkat penyerapan  $CO_2$  oleh vegetasi hanya sekitar 0.05%, sedangkan 1.75% tetap berada di atmosfer dan 98.20% larut dalam lautan (Pradiptiyas et al., 2011). Siklus karbondioksida dapat dilihat pada gambar berikut.





Gambar 10 Siklus Karbondioksida

Sumber ([How Does Carbon Dioxide Cycle Through the Oceans?](#) | *Communicating Science 2017 Section 211 (ubc.ca)* )

## 2.5 Klasifikasi Jalan

Jalan merujuk pada sarana transportasi darat yang mencakup seluruh komponen jalan, termasuk struktur pendukung dan elemen penunjangnya yang digunakan untuk pergerakan kendaraan, baik di atas, di bawah permukaan tanah, atau di atas air. Ini tidak termasuk jalur kereta api, jalan lori, dan jalan kabel sesuai Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006. Menurut regulasi yang sama, jalan diklasifikasikan berdasarkan fungsinya menjadi empat kategori yaitu :

### 1. Jalan Arteri

Jalan arteri adalah jalan umum yang bertujuan untuk mengakomodasi transportasi utama, biasanya untuk perjalanan jarak jauh. Karakteristiknya mencakup kecepatan rata-rata yang tinggi dan pembatasan jumlah akses masuk ke jalan ini agar dapat digunakan secara efektif. Jalan arteri sendiri terbagi dalam dua jenis jalan yaitu :



a. Jalan Arteri Primer

Jalan arteri primer merujuk pada jalan yang efektif dalam menghubungkan pusat aktivitas nasional atau antara pusat aktivitas nasional dengan pusat aktivitas wilayah.

b. Jalan Arteri Sekunder

Jalan arteri sekunder adalah jalan yang menghubungkan area sekunder pertama dengan area primer, atau menghubungkan area sekunder pertama dengan area sekunder kedua, atau menghubungkan dua area sekunder kedua.

2. Jalan Kolektor

Jalan kolektor adalah jenis jalan umum yang digunakan untuk melayani transportasi dengan karakteristik perjalanan jarak menengah, kecepatan rata-rata moderat, dan memiliki pembatasan akses masuk. Jalan kolektor terbagi menjadi dua yaitu :

a. Kolektor Primer

Jalan kolektor utama merujuk pada jalan yang efektif dalam menghubungkan pusat aktivitas wilayah atau menghubungkan pusat aktivitas wilayah dengan pusat aktivitas lokal.

b. Kolektor Sekunder

Jalan kolektor sekunder adalah jalan yang menghubungkan area sekunder kedua dengan area sekunder kedua, atau menghubungkan area sekunder kedua dengan area sekunder ketiga.

## 2.6 Kendaraan Bermotor

Kendaraan bermotor, sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 55 Tahun 2012 mengenai Kendaraan, merujuk kepada setiap kendaraan yang beroperasi melalui perangkat mekanis yang termasuk mesin, kecuali kendaraan yang bergerak di atas jalur rel. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 44 Tahun 1993 mengenai kendaraan dan pengemudi,

n bermotor didefinisikan sebagai kendaraan yang bergerak berkat teknis yang terdapat di dalamnya.



Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.12 Tahun 2010, tentang jenis kendaraan bermotor di Indonesia dikategorikan sebagai berikut :

- |                 |               |
|-----------------|---------------|
| a. Sepeda motor | g. Jeep       |
| b. Sedan        | h. Taksi      |
| c. Van/Minibus  | i. Truck 2 as |
| d. Pick Up      | j. Truk 3 as  |
| e. Bus Besar    | k. Angkot     |
| f. Bus Sedang   |               |

Tabel 2 Jenis Kendaraan Berdasarkan Permen LH No.12,2010

No	Nama Kendaraan	Pengertian	Gambar
1	Sepeda Motor	Sepeda Motor adalah kendaraan bermotor roda dua atau tiga, tanpa rumah-rumah, baik dengan atau tanpa kereta samping (PP No.44 tahun 1993)	
2	Van/Minibus	Van adalah kendaraan yang digunakan untuk mengangkut barang atau orang. Biasanya berbentuk kotak dengan empat roda, dan lebar serta panjangnya sama dengan mobil, tetapi lebih tinggi badannya dan juga dibuat lebih tinggi dari tanah.	
3	Sedan	Sedan adalah sebuah jenis mobil penumpang dengan 3 macam konfigurasi dengan Pilar A, B, dan C	



No	Nama Kendaraan	Pengertian	Gambar
4	Taksi	Angkutan Taksi adalah angkutan dengan menggunakan mobil penumpang umum yang diberi tanda khusus dan dilengkapi dengan argometer yang melayani angkutan dari pintu ke 5 pintu dengan wilayah operasi dalam kawasan perkotaan. (Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, 2017).	
5	Bis Sedang	Kendaraan bermotor angkutan orang yang beratnya lebih dari 5.000 – 8.000 kg, dengan kapasitas tampungan sebanyak 15 orang	
6	Bis Besar	Bus besar adalah bus yang mempunyai kapasitas duduk penumpang sampai 40 orang termasuk yang duduk dan berdiri.	
7	Pick Up	Mobil pick up merupakan jenis dari kendaraan truk yang mempunyai kabin tertutup dan bak terbuka pada bagian belakang untuk membawa barang bawaan	
8	Jeep	Mobil jeep merupakan mobil 4 roda dengan ban berdiameter lebih besar dari mobil sedan, sehingga mobil ini biasanya dipakai dalam kota maupun luar kota dengan medan jalan yang terjal	



No	Nama Kendaraan	Pengertian	Gambar
9	Angkot	angkutan umum adalah angkutan penumpang yang dilakukan dengan sistem sewa atau bayar. Dimana dapat menampung sebanyak 12 orang	
10	Truck 2 As	Truk angkul adalah istilah bagi truk yang mempunyai 2 sumbu roda/gardan,dengan konfigurasi susunan ban 1-2-2	
11	Truck 3 As	Truk tronton adalah istilah bagi truk yang mempunyai 3 sumbu roda/gardan,dengan konfigurasi susunan ban 1-2-2	

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

Sumber bergerak menghasilkan emisi gas rumah kaca langsung berupa karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), metana (CH<sub>4</sub>) dan dinitrogen oksida (N<sub>2</sub>O) dari pembakaran berbagai jenis bahan bakar, serta beberapa polutan lain seperti karbon monoksida (CO), Non-metana Volatile Senyawa Organik (NMVOCs), sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), partikulat (PM) dan oksida nitrat (NO<sub>x</sub>), yang menyebabkan atau berkontribusi terhadap polusi udara(Intergovernmental Panel on Climate Change, 2006).

Perhitungan emisi pada sumber emisi bergerak terutama pada sektor transportasi menggunakan metode Tier 1. Metode Tier 1 adalah metode yang menggunakan pendekatan persamaan dasar dan nilai default IPCC 2006 (faktor emisi yang disajikan dalam Panduan IPCC), serta data aktivitas yang sebagian bersumber dari sumber data global, untuk menghitung emisi dan penyerapan.

Adapun persamaan yang digunakan untuk menentukan emisi dari suatu ran adalah sebagai berikut :

$$E_{BB} = n \times K_{omsums} \times BB_{BB} \times Faktor\ Emisi_{GRK, BB} \times L \quad (1)$$



Keterangan :

$Emisi_{GRK, BB}$	: Emisi GRK berdasarkan jenis bahan bakar (kg/jam.km)
BB	: Bahan Bakar
Konsumsi $BB_{BB}$	: Jumlah bahan bakar yang digunakan menurut jenisnya (liter/km)
Faktor $Emisi_{GRK, BB}$	: Faktor Emisi GRK menurut jenis bahan bakar (g/liter)
L	: Panjang Segmen (km)

### 2.7.1 Faktor Emisi

Faktor emisi dapat diartikan sebagai jumlah polutan yang dihasilkan dari pembakaran sejumlah bahan bakar selama periode tertentu. Dengan definisi ini, ketika faktor emisi suatu polutan diketahui, kita dapat mengetahui berapa banyak polutan yang dilepaskan selama pembakaran dalam satu waktu tertentu (Sihotang & Assomadi, 2015).

Faktor emisi merupakan nilai representatif yang mengaitkan jumlah polutan yang dilepaskan ke atmosfer dari suatu aktivitas yang berhubungan dengan sumber polutan. Umumnya, faktor-faktor ini diungkapkan sebagai rasio berat polutan terhadap berat, volume, jarak, atau durasi aktivitas yang menghasilkan polutan tersebut seperti partikel yang dilepaskan dalam bentuk gram per liter bahan bakar yang terbakar (Sihotang & Assomadi, 2015).

Faktor emisi adalah nilai rata-rata statistik dari massa polutan yang dilepaskan dalam setiap unit aktivitas tertentu. Faktor emisi kendaraan bermotor, sebagaimana yang diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 12 Tahun 2010, dipengaruhi oleh beberapa faktor berikut :

- Karakteristik geografi
- Karakteristik bahan bakar
- Teknologi kendaraan
- Pola kecepatan kendaraan

Besaran nilai faktor emisi gas buang kendaraan bermotor di Indonesia mengacu aturan Menteri Lingkungan Hidup No. 12 Tahun 2010 yang mengatur kategori kendaraan bermotor. Nilai faktor emisi yang digunakan mengacu C (2006), faktor emisi bahan bakar secara umum diketahui melalui jarak



tempuh yang lalui oleh kendaraan tersebut, namun perlu diketahui jumlah bahan bakar yang digunakan setiap jenis kendaraannya. Faktor emisi lahir untuk mengetahui jumlah konsumsi bahan bakar salah satunya pada sektor transportasi. Faktor emisi dapat diperkirakan dari rasio karbon dan hidrogen. Besarnya nilai beban emisi CO<sub>2</sub> dapat diketahui dari jumlah bahan bakar yang digunakan. Pendekatan yang digunakan adalah dengan faktor konsumsi bahan bakar dengan jarak yang di tempuh kendaraan untuk memperkirakan penggunaan bahan bakar oleh kendaraan. besaran nilai sebagai berikut.

Tabel 3 Faktor Emisi CO<sub>2</sub> kendaraan bermotor

<b>Faktor Emisi</b>		
<b>No.</b>	<b>Jenis Bahan Bakar</b>	<b>Faktor Emis (gr/liter)</b>
1	Bensin/Premium	25987.86
2	Solar/Diesel	2924.9

Sumber : IPCC, 2006

### 2.7.2 Energi Spesifik

Dalam menentukan faktor emisi yang menggunakan metode perhitungan Tier 1 yang pendekatannya melalui konsumsi bahan bakar pada setiap jenis kendaraan, maka perlu diketahui berapa nilai konsumsi bahan bakar. Merujuk pada IPCC (2006) adapun nilai rata –rata konsumsi bahan bakar sebagai berikut.

Tabel 4 Konsumsi Eenergi Spesifik Kendaraan Bermotor

<b>No.</b>	<b>Jenis Kendaraan</b>	<b>Konsumsi Energi Spesifik (liter/100km)</b>
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
	Truck 3 sumbu	19
	Truck gandengan	19.1
	Truck semi trailer	19.2

Sumber : IPCC, 2006



### 2.7.3 Dispersi Polutan

Dispersi ialah suatu mekanisme dimana polutan mengalir secara berkelanjutan dari sumbernya (seperti cerobong) dan diterbaskan oleh angin yang konstan di atmosfer terbuka dalam keadaan setimbang (stady state). Arus polutan ini akan mengarah ke bawah dan berlanjut sesuai dengan arah angin rata-rata, yang menyebarkan konsentrasi polutan dan membawanya menjauhi sumbernya (Prasetya, 2018). Menurut Sastrawijaya (2009), konsentrasi zat pencemar dalam udara tergantung pada situasi cuaca. Kecepatan dan arah angin yang bergerak, distribusi suhu dalam lapisan vertikal, serta tingkat kelembaban adalah elemen-elemen yang memiliki peran dalam mengubah kondisi cuaca tersebut. Kecepatan angin memainkan peran penting dalam menyebarluaskan zat pencemar. Jika angin bertiup kencang dan menyebar zat pencemar secara horizontal atau vertikal, maka konsentrasi pencemar akan menurun. Karakteristik permukaan tanah juga memiliki pengaruh terhadap kecepatan angin, apakah ada bukit atau lembah. Ruang sempit bagi angin dapat meningkatkan kecepatannya. Variasi suhu juga menjadi faktor yang signifikan dalam mengubah kondisi cuaca. Pergerakan udara ke atas akan membawa zat pencemar ke daerah dengan suhu lebih rendah. Ini akan mengakibatkan penurunan konsentrasi zat pencemar, diikuti oleh penyebarannya oleh angin. Rahmawati (1999) menambahkan juga bahwa ada beberapa faktor yang mempengaruhi dispersi atau penyebaran polutan yaitu :

a. Arah dan kecepatan angin

Angin memainkan peran sentral dalam distribusi polutan karena memiliki kemampuan untuk memindahkan zat dari satu lokasi ke lokasi lain. Arah angin dapat menjadi panduan untuk mengidentifikasi wilayah yang mungkin menerima polutan yang tersebar, sementara kecepatan angin dapat menjadi petunjuk jarak yang mungkin dicapai oleh daerah penerima tersebut.

b. Suhu udara dan tutupan awan

Suhu udara dan kehadiran awan dalam proses penyebaran polutan akan berdampak pada stabilitas udara. Variasi suhu udara memiliki pengaruh yang signifikan terhadap stabilitas atmosfer. Selama proses penyebaran, stabilitas udara akan memengaruhi jenis atau bentuk polutan yang



mencapai wilayah tujuan. Ada beberapa kondisi atmosfer yang terkait dengan stabilitas udara, seperti kondisi tidak stabil terjadi ketika laju penurunan suhu di sekitar lebih besar daripada laju penurunan suhu udara kering yang tetap, kondisi stabil muncul saat laju penurunan suhu udara kering, dan kondisi netral muncul jika laju penurunan suhu di sekitar sama dengan laju penurunan suhu udara kering.

## 2.8 Pengukuran Daya Serap CO<sub>2</sub> oleh Tanaman

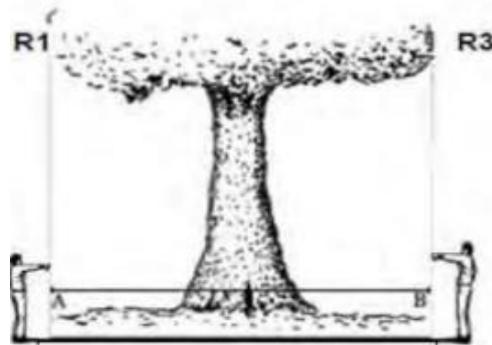
Keberadaan CO<sub>2</sub> di atmosfer merupakan bagian dari siklus karbon. Karbon dapat masuk ke pool lain melalui proses fotosintesis. Fotosintesis merupakan pembentukan karbohidrat (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) dari gas CO<sub>2</sub> di atmosfer dan molekul air (H<sub>2</sub>O) dari tanah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

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 & P. 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 "*Improved technique*" (Fellizar, 1976), yaitu dengan satu titik sebagai pusat tajuk pada permukaan tanah, dari titik tersebut garis ke utara, selatan, timur dan barat sampai pada tetes batas tajuk. Panjang garis tersebut sama dengan diameter tajuk. Pohon-pohon tropis

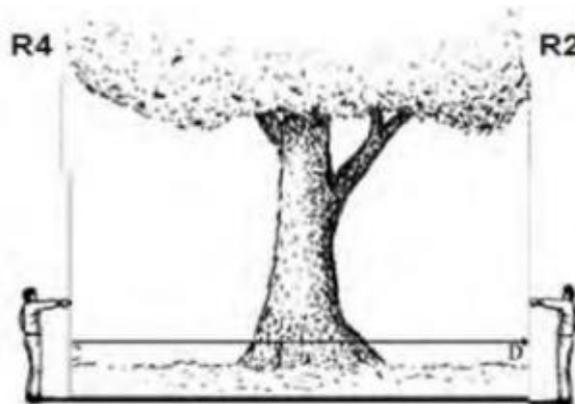


pengukuran diameter tajuk dilakukan sebanyak 2 (dua) kali dengan posisi saling tegak lurus. Secara teknis, pengukuran diameter tajuk dilakukan dengan mengukur jari-jari tajuk pohon sebanyak 4 (empat) kali dan saling tegak lurus menurut 4 (empat) arah mata angin utama (Utara, Timur, Selatan, Barat)



Gambar 11 Pengukuran Dimensi Tajuk Tampak Utara dan Selatan

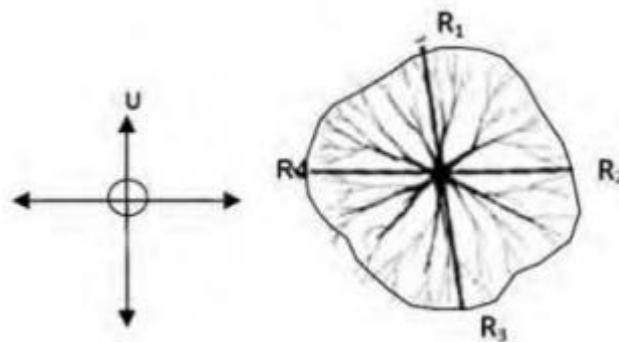
Sumber : (Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2013)



Gambar 12 Pengukuran Dimensi Tajuk Tampak Barat dan Timur

Sumber : (Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2013)





Gambar 13 Pengukuran Dimensi Tajuk Tampak Barat dan Timur

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 persamaan:

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

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

Keterangan

L : Luas (m)

d : Diameter tajuk (m)

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 :

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

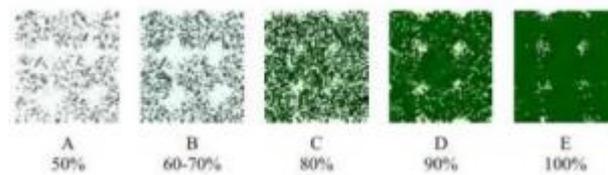
Keterangan :

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

Perhitungan daya serap dengan metode luas tajuk mengacu persentase kerapatan tajuk yang bergantung pada evaluasi visual. Penilaian ini bersifat sehingga diperlukan panduan. Kerapatan tajuk diukur berdasarkan penutupan daun dalam suatu area pada Ruang Terbuka Hijau (RTH) penetapan kerapatan diharapkan seragam untuk setiap tipe RTH umum.



Dengan asumsi ini, diasumsikan adanya konsistensi kerapatan untuk setiap jenis RTH umum di seluruh area penelitian. (Murti, 2015) memberikan acuan presetase kerapatan tajuk pada gambar berikut.



Gambar 14 Visualisasi Penentuan Persentase Kerapatan Tajuk

Sumber : (Murti, 2015)

Perhitungan daya serap CO<sub>2</sub> tumbuhan dilakukan dengan dikalikannya jumlah pohon dengan (dengan satuan hektar) dengan koefisien daya serap CO<sub>2</sub> berdasarkan tipe penutupan pohon seperti pada persamaan berikut :

$$C_{\text{sink}} = LT \times \text{Koefisien daya serap CO}_2 \text{ dalam satuan luas} \quad (5)$$

Keterangan :

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

LT = Luasa tajuk masing masing jenis tumbuhan (ha)

Koefesien daya serap CO<sub>2</sub> dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5 Daya serap CO<sub>2</sub> untuk jenis tutupan tumbuhan

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 2002, dalam Damayanti, 2014)

Untuk mengetahui jumlah 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 berikut.

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

an :

aya serap CO<sub>2</sub> vegetasi (kg/jam)



- n : Banyaknya jenis tumbuhan pada jalur hijau jalan  
 i : Jenis tumbuhan ke-i

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

Perhitungan efisiensi dan efektivitas dilakukan untuk mengukur kapasitas CO<sub>2</sub> dalam menangkap emisi di suatu daerah. Apabila sisa emisi yang dihitung memiliki nilai negatif (-), maka vegetasi mampu menyerap seluruh emisinya. Sebaliknya, jika sisa emisi memiliki nilai positif (+), berarti daya serap vegetasi belum cukup untuk menyerap semua emisi. Berikut persamaannya.

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

Efektivitas mengukur sejauh mana tujuan penyerapan tercapai. Apabila hasilnya kurang dari 100%, penyerapan oleh tumbuhan belum mencapai target, dan masih ada sisa emisi yang tidak diserap. Sebaliknya, jika hasilnya melebihi 100%, tumbuhan masih mampu menyerap emisi CO<sub>2</sub> di wilayah tersebut.

Untuk menghitung efektivitas, dapat menggunakan rumus persamaan yang berikut.

$$\% \text{Efektifitas} = \frac{\text{Total daya serap vegetasi}}{\text{Emisi CO}_2} = x \ 100\% \quad (8)$$

Untuk mengetahui luas kebutuhan ruang terbuka hijau berdasarkan sisa emisi CO<sub>2</sub> yang masih belum terserap yaitu dengan mengetahui sisa emisi yang menggunakan persamaan 7. Setelah diketahui sisa emisi yang masih belum terserap kemudian dibandingkan dengan kemampuan penyerapan CO<sub>2</sub> oleh pohon berdasarkan pada tabel 5. Berikut persamaan yang digunakan (Velayati et al., 2013).

$$\text{Kebutuhan RTH} = \frac{\text{Sisa emisi CO}_2}{\text{Koefisien daya serap CO}_2 \text{ pohon}} \quad (9)$$

