

SKRIPSI

**ANALISIS KAPASITAS RUANG TERBUKA
HIJAU (RTH)DALAM PENYERAPAN EMISI CO₂
DI KELURAHAN MARADEKAYA KOTA
MAKASSAR**

Diajukan dan Disusun oleh :

EVANS ACTARIS PAKIDING

D131171512



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

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**ANALISIS RUANG TERBUKA HIJAU (RTH) DALAM
PENYERAPAN EMISI CO₂ DI KELURAHAN
MARADEKAYYA KOTA MAKASSAR**

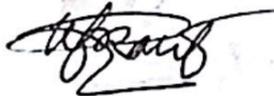
Disusun dan diajukan oleh

**Evans Actaris Paldding
D131171512**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 21 Maret 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Ir. Syafruddin Rauf, M.T.
NIP 195804241987021001

Pembimbing Pendamping,



Rasdiana Zakaria, S.T., M.T.
NIP 198510222019032011

Ketua Departemen Teknik Lingkungan,



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

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;
Nama : EVANS ACTARIS PAKIDING
NIM : D131171512
Program Studi : TEKNIK LINGKUNGAN
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

**ANALISIS KAPASITAS RUANG TERBUKA HIJAU (RTH) DALAM
PENYERAPAN EMISI CO₂ DIKELURAHAN MARADEKAYYA 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 Maret 2023

Yang Menyatakan



EVANS ACTARIS PAKIDING

ABSTRAK

EVANS ACTARIS PAKIDING. *Analisis Kapasitas Ruang Terbuka Hijau (Rth) Dalam Penyerapan Emisi Co₂ Di Kelurahan Maradekaya Kota Makassar (dibimbing oleh Syafruddin Rauf dan Rasdiana Zakaria)*

Ruang terbuka hijau (RTH) memiliki peranan yang penting dalam mengurangi dampak terjadinya pemanasan global. Sebagaimana diketahui, tumbuhan melakukan fotosintesis untuk membentuk zat makanan atau energi yang dibutuhkan tanaman tersebut. Dalam fotosintesis tersebut tumbuhan menyerap CO₂ dan air yang kemudian diubah menjadi glukosa dan oksigen dengan bantuan sinar matahari. Peran tumbuhan dalam daur CO₂ perlu dimanfaatkan dengan maksimal.

Secara garis besar penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ketersediaan jalur hijau pada jalan terhadap fungsinya menyerap CO₂ dari kendaraan bermotor pada Kelurahan Maradekayya yang melintas di jalan Gunung Latimojong dan Jalan Veteran Utara di Kota Makassar, serta mengetahui kebutuhan dalam menyerap emisi CO₂ dari kendaraan bermotor pada Kelurahan Maradekayya di Kota Makasasar.

Metode yang digunakan untuk mengetahui penyerapan vegetasi jalur hijau dalam menyerap CO₂, terdapat 2 metode perhitungan dengan menggunakan pendekatan luas tajuk tumbuhan dan pendekatan menggunakan daya serap per jenis vegetasi. Untuk perhitungan beban emisi CO₂ dari kendaraan bermotor dihitung menggunakan pendekatan per konsumsi BBM. Nilai koefisien Faktor emisi dan koefisien Konsumsi BBM Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan hidup Indonesia No. 12 Tahun 2010.

Berdasarkan penelitian yang di lakukan pada hari kerja dan hari libur kemampuan jalur hijau pada jalan Gunung Latimojong dan Jalan Veteran Utara di Kota Makassar belum memenuhi menyerap beban emisi yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor yang melintas pada lokasi penelitian.

Kata Kunci: Jalur Hijau, Vegetasi, CO₂, Emisi

ABSTRACT

EVANS ACTARIS PAKIDING. Analysis of Green Open Space (Rth) Capacity in the Absorption of CO₂ Emissions in Maradekaya Village, Makassar City (supervised by **Syafruddin Rauf** and **Rasdiana Zakaria**)

Green open space (RTH) has an important role in reducing the impact of global warming. As is known, plants carry out photosynthesis to form food substances or energy needed by these plants. In photosynthesis, plants absorb CO₂ and water which are then converted into glucose and oxygen with the help of sunlight. The role of plants in the CO₂ cycle needs to be utilized to the fullest.

Broadly speaking, this study aims to determine the availability of green lanes on the road to its function of absorbing CO₂ from motor vehicles in the Maradekayya Village that crosses Jalan Gunung Latimojong and Jalan Veteran Utara in Makassar City, as well as knowing the need to absorb CO₂ emissions from motor vehicles in the Maradekayya Village. in Makassar City.

The method used to determine the absorption of green line vegetation in absorbing CO₂, there are 2 calculation methods using the plant canopy area approach and the approach using absorption capacity per vegetation type. For the calculation of the burden of CO₂ emissions from motor vehicles is calculated using the approach per fuel consumption. Emission factor coefficient value and fuel consumption coefficient. Based on the Regulation of the Minister of the Environment of Indonesia no. 12 of 2010.

Based on research conducted on weekdays and holidays, the ability of the green lane on Jalan Gunung Latimojong and Jalan Veteran Utara in Makassar City has not fulfilled the absorbing burden of emissions generated by motorized vehicles passing through the research location.

Keywords: Green Path, Vegetation, CO₂, Emissions

DAFTAR ISI

Halaman Sampul	i
Lembar Pengesahan	ii
Pernyataan Keaslian	iii
Abstrak	iv
Abstrack	v
Daftar Isi.....	vi
Daftar Tabel.....	ix
Daftar Gambar.....	x
Daftar Lampiran.....	xi
Kata Pengantar	xii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 .Latar Belakang	1
1.2 .Rumusan Masalah	3
1.3 .Tujuan Penelitian.....	3
1.4 .Ruang Lingkup.....	3
1.5 .Manfaat penelitian.....	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ruang Terbuka Hijau	5
2.2 Standar Besaran Ruang Terbuka Hijau	8
2.3 Tambahan Sebagai Sebagai Penyerap Gas CO ₂	10
2.4 Perhitungan dan Analisis Daya Serap CO ₂ oleh RTH Eksisting.....	11
2.5 Kendaraan Bermotor	14

2.6 Pencemaran Udara	16
2.7 Emisi Kendaraan Bermotor.....	16
2.8 Faktor Emisi.....	18
2.9 Faktor Arah Angin	20
2.10.Kecepatan Arah Angin.....	20
2.11. Wind Rose.....	21

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Kerangka Penelitian	22
3.2 Rancangan Penelitian	23
3.3 Waktu dan Lokasi Penelitian	23
3.4 .Waktu Penelitian	24
3.5 .Alat dan Bahan.....	25
3.6 .Teknik Pengumpulan Data.....	27
3.7 Metode Analisis Data.....	30

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum.....	33
4.2 Analisis Kondisi Volume Kendaraan di Jalan Arteri.....	35
4.2.1 Jalan Gunung Latimojong.....	35
4.2.2 Jalan Veteran Utara.....	37
4.3 Beban Emisi Karbon Dioksida dari Kendaraan Bermotor.....	38

4.3.1 Jalan Gunung Latimojong.....	38
4.3.2 Jalan Veteran Utara.....	40
4.4 Analisa Kemampuan Daya Serap Pohon dan Semak/Perdu Terhadap CO ₂	41
4.4.1 Jalan Gunung Latimojong.....	41
4.4.2 Jalan Veteran Utara.....	42
4.5 Analisis kemampuan ruang terbuka hijau dalam menyerap emisi dari kendaraan bermotor.....	43
4.5.1 Jalan Gunung Latimojong	43
4.5.2 Jalan veteran Utara	44
4.6 Pemodelan Aermode	44
4.6.1 Jalan Gunung Latimojong	44
4.6.2 Jalan Veteran Utara	46
4.7 Analisis Arah Angin Dan Peta Terkait Kapasitas (Ruang Terbuka Hijau).....	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA	53

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Daya Serap CO ₂ Berbagai Tutupan Vegetasi.....	12
Tabel 2. Daya Serap CO ₂ Berbagai Jenis Pohon.....	13
Tabel 3. Klasifikasi Kendaraan Bermotor.....	15
Tabel 4. Faktor Emisi Kendaraan Bermotor dari Sejumlah Tipe Bahan Bakar...	19
Tabel 5. Waktu Penelitian.....	24
Tabel 6. Panjang Jalan Rata-Rata (km).....	31
Tabel 7. Koordinat Lokasi Penelitian.....	35
Tabel 8. Volume Kendaraan Bermotor di Jalan Latimojong.....	36
Tabel 9. Volume Kendaraan Bermotor Pada Jalan Veteran.....	37
Tabel 10. Jumlah Beban Emisi Jalan Gunung Latimojong.....	39
Tabel 11. Jumlah Beban Emisi Jalan Gunung Veteran.....	40
Tabel 12. Analisis Luas Tutupan Pohon Dan Daya Serap CO ₂	42
Tabel 13. Analisis Luas Tutupan Pohon Dan Daya Serap CO ₂	42
Tabel 14. Kemampuan Daya Serap Jalur Hijau terhadap Emisi CO ₂	43
Tabel 15. Kemampuan Daya Serap Jalur Hijau terhadap Emisi CO ₂	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Jalan Tanaman Pada Jalan Bermedian	7
Gambar 2. Kerangka Berpikir	22
Gambar 3. Lokasi Penelitian Sumber: Google Maps.....	23
Gambar 4. Alat dan bahan penelitian.....	25
Gambar 5. Flowchart Pengolahan Data Angin pada WRPLOT view.....	27
Gambar 6. Flowchart Pengambilan Data	28
Gambar 7. Bagan Alir Metode Analisis Data	30
Gambar 8. Peta Lokasi Penelitian	33
Gambar 9. Potongan Melintang Jalan Gunung Latimojong.....	34
Gambar 10. Potongan Melintang Jalan Veteran Utara.....	34
Gambar 12. Diagram Jumlah Volume Kendaraan Jalan Gunung Latimojong	36
Gambar 13. Diagram Jumlah volume kendaraan Jalan Veteran Utara	37
Gambar 14. Jumlah Beban Emisi Jalan Gunung Latimojong	39
Gambar 15. Jumlah Beban Emisi Jalan Veteran	40
Gambar 16. Isopleth CO ₂ dan Windrose Plot 1 Jam Senin, 17 Mei 2021	45
Gambar 17. Isopleth CO ₂ dan Windrose Plot 1 Jam Rabu, 19 Mei 2021	45
Gambar 18. Isopleth CO ₂ dan Windrose Plot 1 Jam Minggu, 16 Mei 2021	46
Gambar 19. Isopleth CO ₂ dan Windrose Plot 1 Jam Selasa, 18 Mei 2021	47
Gambar 20. Isopleth CO ₂ dan Windrose Plot 1 Jam Kamis, 20 Mei 2021	47
Gambar 21. Isopleth CO ₂ dan Windrose Plot 1 Jam Minggu, 23 Mei 2021	48
Gambar 22. Pergerakan Arah Angin Gunung Latimojong Hari Kerja 1	49
Gambar 23 Pergerakan Arah Angin Gunung Latimojong Hari Kerja 2	49
Gambar 24. Pergerakan Arah Angin Veteran Utara Hari Kerja 1	50
Gambar 25. Pergerakan Arah Angin Veteran Utara Hari Kerja 2	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Perhitungan.....	56
Lampiran 2. Pengelolaan WRPLOT View.....	70
Lampiran 3. Dokumentasi Penelitian.....	75

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulisan di panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa, karena atas rahmat, bantuan dan hidayah-Nyalah, penulis akhirnya dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir dengan judul: **“ANALISIS KAPASITAS RUANG TERBUKA HIJAU (RTH) DALAM PENYERAPAN EMISI CO₂ DI KELURAHAN MARADEKAYA KOTA MAKASSAR”**.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis banyak mengalami suka dan duka, namun berkat bantuan dan arahan yang ikhlas dari berbagai pihak, akhirnya tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Penyelesaian tugas akhir ini tidak terlepas dari jasa-jasa orang tua, saudara dan sahabat penulis. Ungkapan terima kasih yang tulus penulis persembahkan untuk orang tua tercinta Bapak Wempie Pakiding dan ibu Margareta Lungan yang senantiasa memberikan motivasi tanpa mengenal lelah, sabar dan telaten mendidik penulis, yang selalu mendekap penulis dalam doa disetiap sujudnya dan kasih sayang disetiap hembusan nafasnya.

Pada kesempatan ini pula, penulis mengucapkan terima kasih yang tulus dan sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Muh. Isran Ramli. S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Dr. Ir. Syafruddin Rauf, MT selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan dan banyak masukan, meluangkan waktu di tengah kesibukannya selama penulis melaksanakan penelitian dan penyusunan tugas akhir ini.
3. Ibu Rasdiana Zakaria, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang juga telah banyak membantu dan memberi semangat serta meluangkan waktunya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Dr. Eng. Muralia Hustim, ST., MT, selaku Ketua Departemen Teknik Lingkungan dan juga Dosen Penguji yang telah banyak membantu dan memberikan banyak arahan kepada penulis mengenai teori dan ilmu terkait sehingga tugas akhir ini bisa dirampungkan dengan baik.

5. Bapak/ Ibu Dosen Fakultas Teknik, Departemen Teknik Lingkungan dan Sipil atas didikan, arahan dan motivasi yang telah diberikan ilmu tanpa pamrih selama kurang lebih lima tahun perkuliahan.
6. Nur Fadillah Ibrahim (Ayang bebe) yang telah membantu saya selama penelitian dalam pengambilan data berminggu-minggu dan meluangkan waktu dan tenaganya, memberi semangat dan yang selalu mengingatkan apabila saya segala sesuatu.
7. Teman-teman Ronz 2017 yang paling banyak membantu dalam pengambilan data berminggu-minggu dan meluangkan waktu dan tenaganya.
8. Teman Angkatan Lingkungan 2017 yang selalu menjadi tempat konsultasi skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan guna melengkapi segala kekurangan dan keterbatasan dalam penyusunan tugas akhir ini. Akhir kata semoga tugas akhir ini memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kota Makassar merupakan salah satu kota yang berada di Sulawesi Selatan dan sebagai kota pusat kegiatan penduduk yang sangat dinamis dengan angka pertumbuhan penduduk yang cenderung meningkat dari waktu ke waktu. Kota Makassar adalah pusat perekonomian dengan tingkat pertumbuhan ekonomi yang tinggi. Hal ini berdampak nyata pada perubahan dalam masyarakat di semua aspek kehidupan dan menjadikan situasi dan kondisi lingkungannya mengalami perubahan yang fundamental ke arah peningkatan yang lebih baik dan lebih maju. Keberhasilan pembangunan juga akan meningkatkan pertumbuhan ekonomi sehingga mampu meningkatkan taraf hidup masyarakat luas sehingga memperkuat stabilitas nasional. Peningkatan pertumbuhan perekonomian akan meningkatkan peranan sektor transportasi dalam menunjang pencapaian sasaran pembangunan dan hasil-hasilnya; sebaliknya, fungsi sektor transportasi akan merangsang peningkatan pembangunan ekonomi, karena antara fungsi sektor transportasi dan pembangunan ekonomi mempunyai hubungan kausal (Tamin, 2000).

Menurut Dahlan (1992) dalam Muhammad Faqih Ashiddiq (2021), perkembangan kota diikuti dengan berkembangnya kegiatan pembangunan yang dapat berdampak pada menurunnya ruang terbuka terutama ruang terbuka hijau dan meningkatnya konsumsi energi fosil. Meningkatnya penggunaan bahan bakar fosil akan berakibat buruk terhadap lingkungan perkotaan. Pencemaran udara yang disertai dengan meningkatnya kadar CO₂ di udara akan menjadikan lingkungan kota yang tidak sehat dan dapat menyebabkan kerusakan lingkungan, seperti menipisnya lapisan ozon, efek rumah kaca, dan dampak lingkungan lainnya. Oleh karena itu, konsentrasi gas CO₂ yang ada di udara harus diupayakan agar tidak terus bertambah naik dengan membangun ruang terbuka hijau.

Ruang terbuka hijau (RTH) memiliki peranan yang penting dalam mengurangi dampak terjadinya pemanasan global. Sebagaimana diketahui, tumbuhan melakukan fotosintesis untuk membentuk zat makanan atau energi yang dibutuhkan tanaman tersebut. Dalam fotosintesis tersebut tumbuhan menyerap

CO₂ dan air yang kemudian diubah menjadi glukosa dan oksigen dengan bantuan sinar matahari. Peran tumbuhan dalam daur CO₂ perlu dimanfaatkan dengan maksimal. Kemampuan RTH dalam penyerapan CO₂ ini didukung dengan adanya peraturan bahwa wilayah perkotaan wajib memiliki ruang terbuka hijau minimal memiliki 30% dari wilayahnya. Dalam Kawasan Industri Jababeka, RTH diatur dalam Tata Tertib Kawasan Industri Jababeka. Dalam tata tertib tersebut diatur bahwa 30% dari luas lahan merupakan ruang terbuka. Selanjutnya diatur bahwa pertamanan paling tidak tersedia 25% dari total ruang terbuka atau 7,5% dari total luas kavling. Berdasarkan keberadaan RTH dan fungsi sebagai penyerap emisi CO₂ maka dapat dilakukan pemantauan kemampuan RTH dalam menyerap emisi CO₂. Permasalahan muncul yakni RTH yang tersedia saat ini sudah memenuhi ketentuan ruang terbuka 25% dari luas ruang terbuka atau 7,5% dari total kavling; jumlah emisi CO₂ yang dihasilkan perusahaan; dan jumlah CO₂ yang dapat direduksi oleh RTH yang tersedia (Purnomosutji Dyah Prinajati, 2018).

Kondisi pembangunan perumahan di perkotaan yang sangat pesat cenderung untuk meminimalkan ruang terbuka hijau (RTH). Pelaksanaan penghijauan di perkotaan Indonesia pun yang pada umumnya dibatasi oleh padatnya bangunan, dan tidak memperhatikan kondisi tanah dan keanekaragaman tanaman. Kurangnya kebijakan Pemerintah Daerah dan kesadaran masyarakat yang masih rendah akan pengelolaan RTH menyebabkan banyaknya alih fungsi RTH di permukiman perkotaan (Tamin, 2005). Kondisi demikian dapat mengganggu keseimbangan ekosistem perkotaan akibat menyebabkan meningkatnya suhu udara di perkotaan, serta pencemaran udara. Kehadiran zat-zat pencemar di udara dapat tersebar meluas dan terkumpul dalam berbagai konsentrasi di suatu tempat yang merupakan hasil pengaruh berbagai factor, yaitu sumber emisi, karakteristik zat, kondisi meteorologi, klimatologi, topografi dan geografi. Akumulasi gas rumah kaca di perkotaan menyebabkan beberapa faktor meteorologis telah mengalami perubahan dalam sirkulasi udara yang terjadi akibat perubahan karakteristik pemanasan pada permukaan, perubahan penyinaran/kecepatan angin serta meningkatnya intensitas gumpalan panas (Elis Hastuti dan Titi Utami, 2008).

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, penulis melakukan penelitian dengan judul “**Analisis Kapasitas Ruang Terbuka Hijau (RTH) dalam Penyerapan Emisi CO₂ di Kelurahan Maradekaya, Kota Makassar**”.

1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang dan judul yang diambil, maka rumusan masalah dalam penelitian tugas akhir ini sebagai berikut:

- 1.2.1. Bagaimana besaran emisi CO₂ dari kendaraan di Kelurahan Maradekaya, Kota Makassar?
- 1.2.2. Bagaimana kemampuan ruang terbuka hijau dalam menyerap emisi CO₂ dari kendaraan di Kelurahan Maradekaya, Kota Makassar?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1.3.1. Untuk menganalisis besaran emisi yang berasal dari kendaraan di Kelurahan Maradekaya, Kota Makassar.
- 1.3.2. Untuk menganalisis kemampuan ruang terbuka hijau dalam menyerap emisi kendaraan di Kelurahan Maradekaya, Kota Makassar.

1.4. Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup dari penelitian ini sebagai berikut:

1.4.1. Ruang Lingkup Substansi

Tugas akhir ini membahas masalah ruang terbuka hijau di Kawasan pemukiman Kelurahan Maradekaya Kota Makassar ditinjau dari daya serap vegetasi yang tersedia dan kebutuhan ruang terbuka hijau ditinjau dari emisi CO₂ yang dihasilkan kendaraan bermotor.

1.4.2. Ruang Lingkup Wilayah

Wilayah yang dijadikan objek penelitian adalah ruang terbuka hijau di kawasan pemukiman yang berada di jalan Veteran Utara dan jalan Gunung Latimojong.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagi Penulisan

Sebagai syarat untuk menyelesaikan studi dan mendapatkan gelar ST (Sarjana Teknik) di Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

2. Bagi Universitas

Sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya yang berada di Departemen Teknik Lingkungan dalam bidang riset ruang terbuka hijau dalam pengerjaan tugas, pembuatan laporan praktikum atau dalam tahap penyusunan tugas akhir.

3. Bagi Kawasan Dan Pemukiman

Penelitian ini membahas mengenai ketersediaan ruang terbuka hijau sebagai objek penelitian, sehingga diharapkan para masyarakat yang tinggal atau beraktivitas di sekitar Kelurahan Maradekaya, Kota Makassar dapat menjadikan hasil penelitian ini sebagai pertimbangan untuk meningkatkan pengelolaan kualitas lingkungan khususnya dalam hal menyikapi pencemaran udara.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ruang Terbuka Hijau

Ruang terbuka hijau menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Tahun 2008 mengenai Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan adalah area memanjang/jalur dan atau mengelompok, yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh tanaman secara alamiah maupun yang sengaja ditanam.

Berdasarkan Peraturan 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 (N. Dahlan, 2004).

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2008 tujuan dari penyelenggaraan Ruang Terbuka Hijau (RTH) adalah:

- 1) Menjaga ketersediaan lahan sebagai kawasan resapan air.
- 2) Menciptakan aspek planologis perkotaan melalui keseimbangan antara lingkungan alam dan lingkungan binaan yang berguna untuk kepentingan masyarakat.
- 3) Meningkatkan keserasian lingkungan perkotaan sebagai sarana pengaman lingkungan perkotaan yang aman, nyaman, segar, indah, dan bersih.

Kawasan Perkotaan adalah kawasan yang mempunyai kegiatan transportasi. Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2008, ada dua manfaat Ruang Terbuka Hijau (RTH) pada kawasan perkotaan, yaitu:

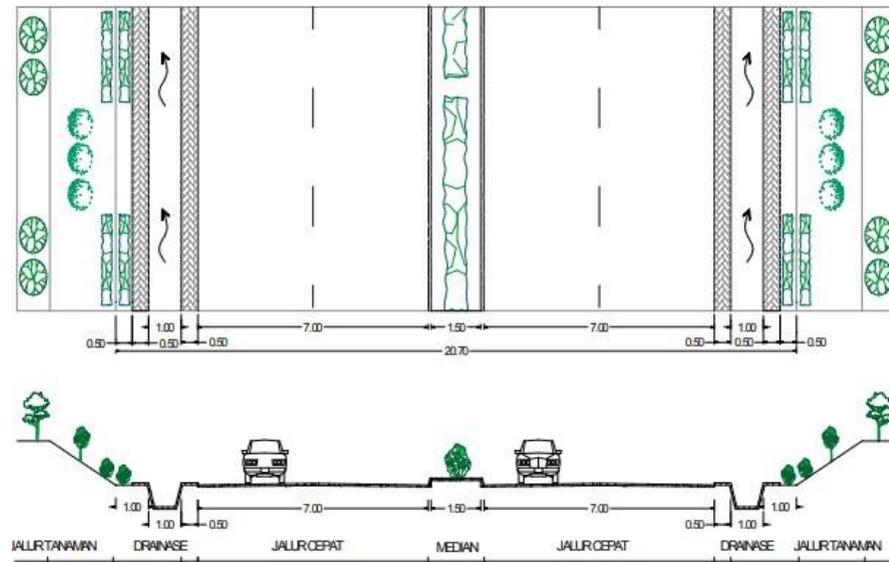
- a. Manfaat langsung (dalam pengertian cepat dan bersifat *tangible*), yaitu membentuk keindahan dan kenyamanan (teduh, segar, sejuk) dan mendapatkan bahan-bahan untuk dijual (kayu, daun, bunga, buah).
- b. Manfaat tidak langsung (berjangka panjang dan bersifat *intangibile*), yaitu pembersih udara yang sangat efektif, pemeliharaan akan kelangsungan persediaan air tanah, pelestarian fungsi lingkungan beserta segala isi flora dan fauna yang ada (konservasi hayati atau keanekaragaman hayati).

Hijaunya kota tidak hanya menjadikan kota itu indah dan sejuk namun aspek kelestarian, keserasian, keselarasan dan keseimbangan sumber daya alam, yang pada giliran selanjutnya akan membaktikan jasa- jasa berupa kenyamanan, kesegaran, terbebasnya kota dari polusi dan kebisingan serta sehat dan cerdasnya warga kota.

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 merupakan salah satu elemen ruang terbuka hijau (RTH) publik. Hal ini diatur dalam bagian Penjelasan Pasal 29 Undang-Undang Republik Indonesia No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang yang mengatakan bahwa ruang terbuka hijau publik merupakan ruang terbuka hijau yang dimiliki dan dikelola oleh pemerintah daerah kota yang digunakan untuk kepentingan masyarakat secara umum.

Menurut PERMEN No.5 (2012) Jalur hijau atau lanskap jalan adalah wajah dari karakter lahan atau tapak yang terbentuk dari lingkungan jalan, baik yang terbentuk dari elemen alamiah seperti bentuk topografi lahan yang mempunyai panorama yang indah, dan dapat pula terbentuk dari elemen lansekap buatan manusia yang disesuaikan dengan kondisi lahannya. Lansekap jalan ini mempunyai ciri khas karena harus disesuaikan dengan ketentuan geometrik jalan

dan diperuntukkan terutama bagi kenyamanan pemakai jalan serta diusahakan untuk menciptakan lingkungan jalan yang indah, serasi dan memenuhi fungsi keamanan.



Gambar 1. Jalan Tanaman Pada Jalan Bermedian

Tanaman jalan harus diletakkan pada tempat atau daerah yang sesuai dengan rencana dan tetap memperhatikan aspek fungsi, keselarasan, keharmonisan, keindahan dan keselamatan. Hal-hal utama yang perlu diperhatikan adalah jarak tanam dengan perkerasan dan jarak antara tanaman di jalur, kriteria peraturan tanam pada sepanjang ruas jalan yaitu;

1. Tepi Jalan

Jenis tanaman tidak boleh melebihi tinggi kabel pada tiang listrik atau telepon atau menutupi rambu-rambu lalu lintas, tanpa harus memotong cabangnya terus menerus, selain itu jenis tanaman tidak boleh merusak struktur atau utiliti bawah tanah. Di perkotaan dengan lahan yang terbatas hanya rumput yang diperbolehkan.

- a. Pohon yang ditanam harus diatur agar bayangan pohon tidak menutupi pancaran cahaya lampu jalanan.

- b. Jarak atur tanaman minimum 9 meter dari tepi perkerasan untuk daerah luar perkotaan dan 4 meter untuk daerah perkotaan, dan harus diperlihara untuk jalan yang berdekatan dengan utiliti umum.
- c. Perdu/semak atau pohon dapat ditanam sepanjang pedestrian pada sisi jalan yang jauh dari jalur lalu lintas.

2. Median

Hanya perdu/semak dan tanaman berbunga yang dapat ditanam pada median. Tinggi tanaman ini tidak boleh menghalangi lampu kendaraan. Untuk median yang kurang dari 1,5 meter dapat ditanam tanaman dengan ketinggian kurang dari 1,00 meter, dengan ketentuan tidak ada bagian dari cabang tanaman yang menghalangi badan jalan.

- a. Pada median terbuka untuk belokan, ketinggian perdu/semak harus diatur pada 0,5 meter agar pengendara mempunyai daerah bebas pada garis pandang dan harus diatur 2,5 meter sebelum bukaan median untuk menghindari hambatan samping ketika 10 kendaraan membelok, dan juga mempermudah pejalan kaki melihat kendaraan. Pohon besar dan rimbun harus dihindari agar tidak menjadi penghalang bagi pengendara dalam jarak dekat.
- b. Jarak atur tanaman minimum adalah 0,5 meter dari garis tepi jalan.

2.2 Standar Besaran Ruang Terbuka Hijau

Secara keseluruhan wilayah perkotaan di Indonesia membutuhkan area RTH sebesar $15\text{m}^2/\text{orang}$ (SNI 03-1733-2004), sedangkan menurut Peraturan Menteri Perumahan Rakyat No. 32 Tahun 2006 standar fasilitas dalam pasal 79 untuk fasilitas tingkat kawasan dengan penduduk ± 20.000 orang adalah taman atau hutan kawasan $\pm 500\text{ m}^2$.

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 5 Tahun 2012 tentang Pedoman Penanaman Pohon pada Sistem Jaringan Jalan. Secara garis besar, jenis tanaman terbagi menjadi 4 bagian, yaitu:

2.2.1 Pohon

Pohon adalah tumbuhan dengan batang dan cabang yang berkayu. Pohon memiliki batang utama yang tumbuh tegak, menopang tajuk pohon. Pohon dibedakan dari semak melalui penampilannya. Semak juga memiliki batang berkayu, tetapi tidak tumbuh tegak. Dengan demikian, pisang bukanlah pohon sejati karena tidak memiliki batang sejati yang berkayu. Jenis-jenis mawar hias lebih tepat disebut semak daripada pohon karena batangnya walaupun berkayu tidak berdiri tegak dan habitusnya cenderung menyebar menutup permukaan tanah. Batang merupakan bagian utama pohon dan menjadi penghubung utama antara bagian akar, sebagai pengumpul air dan mineral, dan bagian tajuk pohon (kanopi), sebagai pusat pengolahan masukan energi (produksi gula dan bereproduksi).

Cabang adalah bagian batang, tetapi berukuran lebih kecil dari berfungsi memperluas ruang bagi pertumbuhan daun sehingga mendapat lebih banyak cahaya matahari dan juga menekan tumbuhan pesaing di sekitarnya. Batang diliputi dengan kulit yang melindungi batang dari kerusakan.

2.2.2 Perdu Atau Semak

Perdu atau semak adalah suatu kategori tumbuhan berkayu yang dibedakan dengan pohon karena cabangnya yang banyak dan tingginya yang lebih rendah, biasanya kurang dari 5-6 meter. Banyak tumbuhan dapat berupa pohon atau perdu tergantung kondisi pertumbuhannya.

2.2.3 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 dua meter) dan tidak dikenakan pada tumbuhan non-kayu yang merambat (digolongkan tumbuhan merambat). Di daerah tropika banyak.

dijumpai terna yang tahunan, sementara di daerah beriklim sedang terna biasanya sangat bersifat musiman: bagian aerial (yang tumbuh di atas permukaan tanah) luruh dan mati pada musim yang kurang sesuai (biasanya musim dingin) dan tumbuh kembali pada musim yang sesuai.

2.2.4 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 dapat pula dikatakan tumbuhan yang merambat, memanjat, atau menggantung. Berbeda dengan epifit yang mampu sepenuhnya tumbuh lepas dari tanah, akar liana berada di tanah atau paling tidak memerlukan tanah sebagai sumber haranya.

Bagian yang menjadi pertimbangan pemilihan tanaman adalah bentuk tanaman yang mencakup morfologi (batang, cabang, ranting, daun, bunga, buah), tinggi dan tajuk terkait dengan keharmonisan, keserasian dan keselamatan.

2.2.5 Tajuk Tanaman

Tanaman memiliki beberapa bentuk tajuk (canopy). Bentuk tajuk tanaman yang umum ditanam pada jalan antara lain adalah berbentuk bulat, berbentuk oval, berbentuk tombak/segitiga, berbentuk payung, menyebar dan bentuk lainnya.

2.3 Tumbuhan sebagai penyerap Gas CO₂

Cahaya matahari akan dimanfaatkan oleh semua tumbuhan, baik hutan kota, hutan alami, tanaman pertanian dan lainnya dalam proses fotosintesis yang berfungsi untuk mengubah gas karbon dioksida dengan air menjadi karbohidrat dan oksigen. Proses kimia pembentukan karbohidrat dan oksigen adalah $6 \text{ CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Energi dan klorofil} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$. Proses fotosintesis sangat bermanfaat bagi manusia (Adiastari dan Boedisantoso 2010). Penyerapan karbon dioksida oleh ruang terbuka hijau dengan jumlah 10.000 pohon berumur 16-20.

tahun mampu mengurangi karbon dioksida sebanyak 800 ton per tahun (Simpson dan McPherson, 1999 dalam Alfidhdha, 2013).

Cahaya matahari akan dimanfaatkan oleh semua tumbuhan, baik hutan kota, hutan alami, tanaman pertanian dan lainnya dalam proses fotosintesis yang berfungsi untuk mengubah gas karbon dioksida dengan air menjadi karbohidrat dan oksigen. Proses kimia pembentukan karbohidrat dan oksigen adalah $6 \text{ CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Energi dan klorofil}$ menjadi $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$. Proses fotosintesis sangat bermanfaat bagi manusia (Adiastari dan Boedisantoso 2010). Penyerapan karbon dioksida oleh ruang terbuka hijau dengan jumlah 10.000 pohon berumur 16-20 tahun mampu mengurangi karbon dioksida sebanyak 800 ton per tahun (Simpson dan McPherson, 1999 dalam Alfidhdha, 2013).

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 dialihfungsikan menjadi pertokoan, pemukiman, tempat rekreasi, industri dan lain-lain (Dahlan, 2004).

Hijaunya kota tidak hanya menjadikan kota itu indah dan sejuk namun aspek kelestarian, keserasian, keselarasan dan keseimbangan sumberdaya alam, yang pada giliran selanjutnya akan membaktikan jasa- jasa berupa kenyamanan, kesegaran, terbebasnya kota dari polusi dan kebisingan serta sehat dan cerdasnya warga kota.

2.4 Perhitungan dan Analisis Daya Serap CO₂ oleh RTH Eksisting

Menurut Supriyanto & Irawan, 2001, untuk mengetahui luas tutupan tajuk vegetasi, perlu dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menghitung luas tajuk per vegetasi,

Luas tajuk diperoleh dari diameter tajuk dalam satuan meter kemudian dilakukan perhitungan dengan persamaan luas bangun:

$$L = P \times L \qquad \text{Pers (2.1)}$$

Dengan

L: Luas vegetasi (m)

D: diameter tajuk (m).

2. Menghitung Daya Serap Vegetasi

Menghitung daya serap vegetasi, dilakukan dengan dua cara yaitu dengan mengalikan luas tajuk (dalam hektar) dengan koefisien daya serap emisi CO₂ berdasarkan tipe penutupan pohon dan dengan langsung mengalikannya dengan jumlah berbagai jenis pohon.

3. Luas Tajuk

Menghitung daya serap vegetasi dilakukan dengan mengalikan luas tajuk (dalam hektar) dengan daya serap emisi CO₂ berdasarkan tipe penutupan pohon seperti dalam Tabel 1 seperti berikut:

Tabel 1. Daya Serap CO₂ Berbagai Tutupan Vegetasi

Tipe	Koef. Daya Serap CO ₂		
	(kg/Mg/jam)	(kg/Mg/hari)	(ton/Mg/tahun)
Pohon	129,925	1.559,10	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, dkk dalam Laksono (2013).

a. Jenis Pohon Dan Semak Perdu

Menurut Hadinata 2005 Penelitian daya serap tiap jenis pohon menggunakan alat ukur yang dipakai yaitu ADC LCA-4 dan kertas milimeter block. LCA-4 digunakan untuk mengukur daya serap CO₂ dan milimeter block digunakan untuk mengukur luas satu helai daun

Tabel 2 Daya Serap CO₂ Berbagai Jenis Pohon

Nama Jenis Tumbuhan	Nama Ilmiah	Daya Serap CO₂ (kg/jam.pohon)
Bambu Cina	<i>Bambusa multiplex</i>	0,39 ^[1]
Beringin	<i>Ficus banjamina</i>	1.146,51 ^[1]
Bintaro	<i>Cerbera manghas</i>	96,9 ^[1]
Cemara Laut	<i>Casuarina equisetifolia</i>	45 ^[1]
Glodokan	<i>Polyalthia longifolia</i>	719,74 ^[1]
Jambu biji	<i>Syzygium malaccense</i>	44,59 ^[1]
Jati	<i>Tectona grandis</i>	12,41 ^[1]
Kersen	<i>Muntingia calabura</i>	0,6 ^[1]
Kayu Bejaran	<i>Lannea coromandelica</i>	45 ^[1]
Kembang Kecrutan	<i>Spathodea campanulata</i>	24,16 ^[1]
Keben/Ketapang	<i>Barringtonia asiatica</i>	165 ^[1]
Ketapang Kencana	<i>Terminalia mantaly</i>	24,16 ^[1]
Lamtoro	<i>Leucaena leucocephala</i>	165 ^[1]
Mahoni	<i>Swietenia macrophylla</i>	3.112,43 ^[1]
Mangga	<i>Mangifera indica</i>	51,96 ^[1]
Nangka	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	22 ^[1]
Palem Ekor Tupai	<i>Wodyetia bifurcata</i>	0,39 ^[1]
Palem Kenari	<i>Phoenix sylvestris</i>	0,39 ^[1]
Palem Kuning	<i>Dyopsis lutescens</i>	0,39 ^[1]
Palem Putri	<i>Veitchia merrillii</i>	32,6 ^[1]
Pandan Bali	<i>Dracaena draco</i>	0,39 ^[1]
Pucuk merah	<i>Oleina syzygium</i>	155,58 ^[1]

Nama Jenis Tumbuhan	Nama Ilmiah	Daya Serap CO₂ (kg/jam.pohon)
Pulai	<i>Alstonia scholaris</i>	1.319,35 ^[1]
Sukun	<i>Artocarpus altilis</i>	22 ^[1]
Tabebuia	<i>Tabebuia chrysantha</i>	24,2 ^[1]
Tabebuia Pink	<i>Tabebuia rosea</i>	24,2 ^[1]
Tanjung	<i>Mimusops elengi</i>	67,58 ^[1]
Trembesi	<i>Samanea saman</i>	3.252,1 ^[1]

Sumber: [1] Roshintha & Mangkoediharjo (2016),

[2] Sa'iedah (2018),

- Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya (2017),
- Dubal, Ghorpade, Dongare, & Patil, (2013),
- Suryaningsih, Haji, & Wirosodarmo (2019).

Setelah dilakukan perhitungan total emisi akibat kendaraan bermotor dan pendataan jumlah, jenis, dan tipe vegetasi eksisting RTH maka untuk mengetahui kecukupan vegetasi saat ini dalam menyerap emisi CO₂ harus dihitung sisa emisi dari pengolahan kedua data tersebut untuk mengetahui efisiensi daya serap RTH. (Laksono, 2013) Untuk menghitung sisa emisi digunakan persamaan:

$$\text{Sisa Emisi} = \text{Emisi Total} - \text{daya serap vegetasi} \quad \text{Pers (2.2)}$$

2.5 Kendaraan Bermotor

Kendaraan bermotor menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.55 Tahun 2012 tentang Kendaraan, kendaraan bermotor adalah setiap kendaraan yang digerakkan oleh peralatan mekanik berupa mesin selain kendaraan yang berjalan di atas rel. Sedangkan menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia.

No.44 Tahun 1993 tentang kendaraan dan pengemudi adalah kendaraan bermotor adalah kendaraan yang digerakkan oleh peralatan teknik yang berada pada kendaraan itu. Kendaraan bermotor di yang digunakan di Indonesia diklasifikasikan menurut jenisnya seperti yang dilampirkan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Klasifikasi Kendaraan Bermotor

No	Klasifikasi Kendaraan Bermotor	Definisi	Jenis Jenis Kendaraan Bermotor
1	Kendaraan Ringan	Kendaraan ringan (LV=Light Vehicle) kendaraan dua ass beroda 4 dengan jarak 2-3 m	Mobil pribadi, oplet, mikrobis, pickup, truck kecil.
2	Kendaraan Berat	Kendaraan umum (HV=Heavy Vehicle) kendaraan bermotor dengan lebih dari 4 roda	Bus, truck 2 as, truck 3 as dan truck kombinasi truck kombinasi sesuai system klasifikasi Bina Marga
3	Sepeda Motor	Sepeda Motor (MC=Motor Cicle) kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda	Sepeda motor dan kendaraan roda tiga sesuai klasifikasi Bina Marga

Sumber: MKJI, 1997

Jenis-jenis kendaraan bermotor menurut Peraturan Pemerintah RI No.44 Tahun 1993 yaitu:

1. Sepeda motor adalah kendaraan bermotor beroda dua, atau tiga tanpa rumah-rumah baik dengan atau tanpa kereta samping.

2. Mobil penumpang adalah kendaraan bermotor beroda empat yang dilengkapi sebanyak-banyaknya 8 (delapan) tempat duduk, tidak termasuk tempat duduk pengemudi, baik dengan maupun tanpa perlengkapan pengangkutan bagasi.
3. Mobil bus adalah setiap kendaraan bermotor yang dilengkapi lebih dari 8 (delapan) tempat duduk tidak termasuk tempat duduk pengemudi, baik dengan maupun tanpa perlengkapan bagasi.
4. Mobil barang adalah setiap kendaraan bermotor selain dari yang termasuk dalam sepeda motor, mobil penumpang, dan mobil bus.
5. Kendaraan khusus adalah kendaraan bermotor selain dari kendaraan bermotor untuk penumpang dan kendaraan bermotor untuk barang, yang penggunaannya untuk keperluan khusus atau mengangkut barang-barang khusus.
6. Kendaraan umum adalah kendaraan bermotor yang disediakan untuk dipergunakan oleh umum dengan dipungut bayaran.

2.6 Pencemaran Udara

Pencemaran udara menurut Peraturan Pemerintah RI nomor 41 tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi dan komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya.

Zat pencemar berdasarkan Undang Undang No. 27 tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup adalah sesuatu yang berwujud zat atau komponen lain yang dapat menurunkan kualitas lingkungan yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya (Saleh, 2015).

2.7 Emisi Kendaraan Bermotor

Menurut Peraturan Pemerintah No. 41 tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara yang dimaksud dengan emisi adalah zat, energi dan/atau

komponen lain yang dihasilkan dari suatu kegiatan yang masuk dan/atau dimasukkannya ke dalam udara ambien yang mempunyai dan/atau tidak mempunyai potensi sebagai unsur pencemar. Emisi transportasi adalah pancaran atau pelepasan gas buang yang berasal dari sektor transportasi. Gas buang yang dimaksud adalah gas buang yang berasal dari kendaraan bermotor yang dipancarkan atau diemisikan ke udara ambien berupa gas dari berbagai jenis polutan dan partikel (Aly, S. H., 2015).

Emisi kendaraan bermotor diyakini mengakibatkan atau mempunyai kontribusi yang cukup luas terhadap gangguan kesehatan masyarakat. Gangguan yang lazim dikenal akibat emisi kendaraan bermotor ini antara lain: gangguan saluran pernafasan, sakit kepala, iritasi mata, mendorong terjadinya serangan asma, penyakit jantung dan penurunan kualitas intelegensia pada anak-anak. Beberapa penelitian terakhir bahkan menemukan bahwa ternyata emisi kendaraan bermotor juga menyebabkan kanker (Tanan, 2011 dalam Pratiwi, 2017).

Emisi kendaraan bermotor diyakini mengakibatkan atau mempunyai kontribusi yang cukup luas terhadap gangguan kesehatan masyarakat. Gangguan yang lazim dikenal akibat emisi kendaraan bermotor ini antara lain: gangguan saluran pernafasan, sakit kepala, iritasi mata, mendorong terjadinya serangan asma, penyakit jantung dan penurunan kualitas intelegensia pada anak-anak. Beberapa penelitian terakhir bahkan menemukan bahwa ternyata emisi kendaraan bermotor juga menyebabkan kanker (Tanan, 2011 dalam Pratiwi, 2017).

Polusi yang diakibatkan dari buangan kendaraan bermotor adalah *exhaust gas* dan hidrokarbon yang diakibatkan oleh penguapan bahan bakar. Kendaraan bermotor yang dijalankan di bawah temperatur normal akan boros pada pemakaian bahan bakar dan akan lebih banyak emisi yang dihasilkan dibandingkan bila mesin telah. Emisi yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor dapat terbagi dalam tiga kategori yaitu *hot emission*, *start emission*, dan *evaporation emission* (Hickman,1999 dalam Pratiwi, 2017). Perhitungan beban

emisi untuk suatu polutan dari kendaraan bermotor pada suatu ruas jalan dengan menggunakan Persamaan 5 berikut:

$$EJ = \sum n E_{ij} = \sum n l. P_i. V. C_{ij} = IV \sum n P_i. C_{ij} \quad \text{Pers (2.3)}$$

Dimana:

E = Beban emisi (g/jam)

L = Panjang dari ruas jalan yang diamati (km)

V = Volume total kendaraan yang melewati suatu ruas jalan
(kendaraan/jam)

P_i = Fraksi probabilitas distribusi dari kendaraan tipe i (jika jumlah kendaraan tiap kategori telah ditetapkan, nilai probabilitas ini tidak dibutuhkan)

C_{ij} = Faktor emisi kendaraan (g/Km).

2.8 Faktor Emisi

Faktor emisi adalah adalah nilai representatif yang menghubungkan kuantitas suatu polutan yang dilepaskan ke atmosfer dari suatu kegiatan yang terkait dengan sumber polutan. Faktor-faktor ini biasanya dinyatakan sebagai berat polutan dibagi dengan satuan berat, volume, jarak, atau lamanya aktivitas yang mengemisikan polutan (misalnya, partikel yang diemisikan gram per liter bahan bakar yang dibakar) (Ray Sihotang, 2015).

Faktor emisi dapat juga didefinisikan sebagai sejumlah berat tertentu polutan yang dihasilkan oleh terbakarnya sejumlah bahan bakar selama kurun waktu tertentu. Definisi tersebut dapat diketahui bahwa jika faktor emisi suatu polutan diketahui, maka banyaknya polutan yang lolos dari proses pembakarannya dapat diketahui jumlahnya per satuan waktu (Ray Sihotang, 2015).

Dalam tabel 4 memperlihatkan faktor emisi (gram/liter) untuk masing-masing jenis kendaraan bermotor berdasarkan jenis bahan bakar yang digunakan.

Tabel 4. Faktor Emisi Kendaraan Bermotor dari Sejumlah Tipe Bahan Bakar

Tipe Kendaraan/ bahan bakar	Faktor Emisi (g/jam)						Catatan (km/l)
	NMV						
	Nox	CH ₄	OC	CO	N ₂ O	CO ₂	
Bensin							
Kendaraan Penumpang	21,35	0,71	53,38	462,63	0,04	2597,86	Ass 8,9
Kendaraan niaga kecil	24,91	0,71	49,82	295,37	0,04	2597,86	Ass 7,4
Kendaraan niaga besar	32,03	0,71	28,47	281,14	0,04	2597,86	Ass 4,4
Sepeda motor	7,12	3,56	85,41	427,05	0,04	2597,86	Ass 19,6
Diesel							
Kendaraan penumpang	11,86	0,08	2,77	11,86	0,16	2924,9	Ass 13,7
Kendaraan niaga kecil	15,81	0,04	3,95	15,81	0,16	2924,9	Ass 9,2
Kendaraan niaga besar	39,53	0,24	7,91	35,57	0,12	2924,9	Ass 3,3
Lokomotif	71,15	0,24	5,14	24,11	0,08	2964,43	Ass

Catatan: *) liter ekuivalen terhadap bensin: Dikompilasi dari IPCC (1996)

Sumber: IPCC dalam Ray Sihotang 2015.

2.9 Faktor Arah Angin

Menurut Rahmawati (1999), faktor-faktor yang berperan dalam penyebaran polutan salah satunya adalah arah dan kecepatan angin. Angin merupakan faktor utama dalam persebaran polutan karena dapat mengakibatkan suatu zat berpindah tempat. Arah angin dapat digunakan untuk menentukan daerah penerima dispersi zat, sedangkan kecepatan angin dapat digunakan untuk menentukan jangkauan daerah penerima. arah dan kecepatan angin akan mempengaruhi proses pengenceran zat pencemar di udara dan penyebarannya. Semakin besar kecepatan angin, semakin kecil konsentrasi zat pencemar di udara karena zat pencemar tersebut mengalami pengenceran. Arah angin menentukan arah penyebaran pencemar, misalnya arah angin yang berasal dari tenggara maka zat pencemaran menyebar ke angina laut.

2.10 Kecepatan dan arah angin

Angin merupakan faktor utama dalam persebaran zat pencemar udara. Angin dapat mengakibatkan suatu zat berpindah tempat. Kecepatan angin adalah jarak yang ditempuh oleh angin per satuan waktu. Kecepatan angin dinyatakan dalam knot, km/jam dan m/s. Dalam klimatologi kecepatan angin adalah kecepatan udara yang bergerak secara horizontal pada ketinggian dua meter di atas tanah. Kecepatan angin dipengaruhi oleh tekanan udara dan asal dari arah.

Kecepatan angin tersebut sebagai faktor pendorong (Lakitan, 1994 dalam Ancilla, 2014). Kecepatan angin dapat digunakan dalam menentukan jangkauan daerah penerima. Kecepatan angin yang lebih tinggi pada suatu tempat dekat pembuangan polutan udara lebih cepat membawa polutan tersebut jauh dari sumbernya, sebaliknya bila kecepatan angin yang rendah akan menyebabkan terkonsentrasinya polutan di sekitar sumber pencemaran dan dapat berlangsung lebih lama pada daerah yang bersangkutan. Sedangkan arah angin dapat digunakan untuk menentukan daerah penerima dispersi zat (Rahmawati, 1999 dalam Puspitasari, 2011).

2.11 Wind Rose

Angin merupakan gerak udara yang sejajar dengan permukaan bumi. Udara bergerak dari daerah bertekanan tinggi ke daerah bertekanan rendah. Angin diberi nama sesuai dengan dari arah mana angin datang, misalnya angin timur adalah angin yang datang dari arah timur, angin laut adalah angin dari laut ke darat, dan angin lembah adalah angin yang datang dari lembah menaiki gunung. Angin merupakan faktor utama dalam persebaran zat pencemar udara. Angin dapat mengakibatkan suatu zat berpindah tempat. Kecepatan angin adalah jarak yang ditempuh oleh angin per satuan waktu. Kecepatan angin dinyatakan dalam knot, km/jam dan m/s. Dalam klimatologi kecepatan angin merupakan kecepatan udara yang bergerak secara horizontal pada ketinggian dua meter di atas tanah. Kecepatan angin dipengaruhi oleh tekanan udara dan asal dari arah kecepatan angin tersebut sebagai faktor pendorong (Lakitan, 1994 dalam Ancilla, 2014).

Wind rose merupakan sebuah grafik yang memberikan gambaran tentang bagaimana arah dan kecepatan angin terdistribusikan di sebuah lokasi dalam periode tertentu. *Wind rose* merupakan representasi yang sangat bermanfaat karena memberikan gambaran ringkas namun sarat akan informasi tentang bagaimana arah dan kecepatan angin terdistribusi pada sebuah lokasi atau area. Ditampilkan dalam format sirkular, *wind rose* menampilkan frekuensi dari arah mana angin berhembus. Panjang dari masing-masing kriteria yang mengelilingi lingkaran diasumsikan sebagai frekuensi waktu dimana angin berhembus dari arah tertentu.

Menurut laces environmental 2013, WRPLOT View adalah wind rose program untuk data meteorologi. Software ini menyediakan tampilan diagram wind rose, analisis frekuensi, dan diagram untuk beberapa format data meteorologi. Wind rose menggambarkan frekuensi kejadian dari angin untuk setiap sektor angin spesifik dan kelas-kelas kecepatan angin untuk setiap tempat pada periode tertentu (Fadholi, 2013)