

TUGAS AKHIR

ANALISIS KEBUTUHAN RUANG TERBUKA HIJAU DI

FASILITAS IBADAH



DISUSUN OLEH:

NOOR FAIZ ACHMAD

D131181503

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2022

TUGAS AKHIR

ANALISIS KEBUTUHAN RUANG TERBUKA HIJAU DI

FASILITAS IBADAH



DISUSUN OLEH:

NOOR FAIZ ACHMAD

D131181503

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2022



LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Judul : **Analisis Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau di Fasilitas Ibadah**

Disusun Oleh :

Nama : **Noor Faiz Achmad**

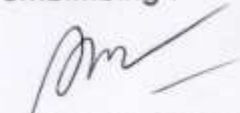
D131181503

Telah diperiksa dan disetujui
Oleh Dosen Pembimbing

Gowa, 20 September 2022

Pembimbing I

Pembimbing II


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


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

Menyetujui,
Ketua Departemen Teknik Lingkungan




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

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Noor Faiz Achmad
NIM : D131181503
Jenjang Pendidikan : Strata 1 (S1)
Jurusan/Program Studi : Teknik/Teknik Lingkungan

Menyatakan bahwa Skripsi dengan judul “**Analisis Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau Di Fasilitas Ibadah**” adalah BENAR hasil tulisan saya sendiri, bukan merupakan pengambilan pemikiran orang lain.

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

Gowa 20 September 2022



NOOR FAIZ ACHMAD

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat rahmat dan karunia-Nya kami bisa menyelesaikan skripsi berjudul “Analisis Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau Di Fasilitas Ibadah”. Laporan skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) pada Program Studi S1 Teknik Lingkungan Universitas Hasanuddin Makassar.

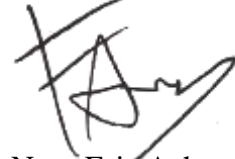
Penulis menyadari bahwasanya laporan skripsi ini tidak dapat terselesaikan dan berjalan dengan lancar berkat apabila tidak ada sebab bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak secara langsung maupun tidak langsung, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah Azza Wajalla yang telah memeberikan segala nikmat dunia berupa keamanan, kesehatan dan rezeki serta rasa syukur dan sabar dalam menghaapi segala problematika kehidupan
2. Orang tua dan keluarga yang senantiasa memberi dukungan serta doa kepada penulis
3. Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T., selaku Ketua Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
4. Ibu Prof. Dr. Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, MT dan Ibu Rasdiana Zakaria, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan arahan dan bimbingan kepada kami
5. Bapak/ Ibu Dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Lingkungan atas bimbingan, arahan, didikan dan motivasi yang telah diberikan selama kurang lebih empat tahun perkuliahan
6. Seluruh staf dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala bantuannya selama penulis menempuh perkuliahan
7. Teman-teman Mahasiswa Teknik Lingkungan 2018, kalian merupakan sahabat dan keluarga yang senantiasa berbagi ilmu, suka cita, suka duka, dan pengalaman selama kuliah di Fakultas Teknik
8. Serta sahabat-sahabat lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu,

terima kasih untuk setiap doa dan dukungan yang diberikan.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam laporan skripsi ini masih terdapat kekurangan baik dari isi maupun penyusunan kalimatnya. Oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca sangat penulis butuhkan agar dapat menyempurnakan laporan ini. Semoga laporan skripsi ini dapat memberikan manfaat maupun inspirasi terhadap pembaca. Penulis juga memohon maaf atas kesalahan dan kekurangan dalam laporan skripsi ini.

Gowa, 20 September 2022



Noor Faiz Achmad
D131181503

ABSTRAK

Ruang terbuka hijau adalah penyiapan ruang sebagai lahan terbuka yang ditanami berbagai jenis tumbuhan dan pohon-pohon peneduh atau pelindung. Fungsi utama ruang terbuka hijau dapat mengatasi kondisi lingkungan seperti pencemaran udara dimana ruang terbuka hijau memiliki kemampuan menghasilkan oksigen (O_2) dan menyerap karbondioksida (CO_2) melalui proses fotosintesis. Fasilitas ibadah merupakan sebuah tempat yang memiliki fungsi yang sangat penting bagi masyarakat terutama dalam beribadah kepada tuhan, dan disanalah masyarakat juga melakukan berbagai macam aktifitas sehari-hari, dimulai dari beribadah, mencari nafkah, dan kegiatan lainnya. Kendaraan bermotor dan pengunjung adalah penghasil emisi CO_2 yang sangat berpengaruh bagi lingkungan sekitar, sehingga diperlukan sebuah sirkulasi emisi yang didapatkan pada setiap jenis tanaman yang ada di lingkungan sekitar.

Sementara itu, pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan ruang terbuka hijau khususnya pada kemampuan pohon serta semak/perdu di ruang terbuka hijau dalam menyerap emisi yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor yang beroperasi dan pengunjung yang beribadah di Masjid Al Markaz Al Islami, Masjid Raya Kota Makassar, dan Masjid Nurul Muttahidah Immim.

Penelitian yang dilakukan merupakan jenis penelitian kualitatif. Semua data yang diperlukan untuk analisis penelitian merupakan data primer atau data yang diperoleh secara langsung di lapangan. Dalam penelitian ini, diterapkan sistem zonasi dikarenakan masing-masing area memiliki kebutuhan RTH yang berbeda-beda berdasarkan kekuatan emisi yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor dan pengunjung yang beraktivitas di daerah tersebut.

Dari hasil penelitian, pada Masjid Al Markaz Al Islami telah memenuhi syarat 30% Luasan RTH, adapun Masjid Raya Kota Makassar dan Masjid Nurul Muttahidah Immim belum memenuhi syarat luasan dan perlu penambahan vegetasi dan luas agar terjadi peningkatan daya serap yang mampu mereduksi emisi CO_2 di fasilitas ibadah.

Kata Kunci: Ruang Terbuka Hijau, Emisi Kendaraan, Emisi Respirasi, Karbon Dioksida, Karbon Monoksida, Daya Serap Vegetasi

ABSTRACT

Green open space is the preparation of space as an open area planted with various types of plants and shade or protective trees. The main function of green open space is to overcome environmental conditions such as air pollution where green open space has the ability to produce oxygen (O₂) and absorb carbon dioxide (CO₂) through the process of photosynthesis. A worship facility is a place that has a very important function for the community, especially in worshipping their god, and that is where the community also performs various kinds of daily activities, starting from worship, earning a living, and other activities. Motor vehicles and humans are emitters of CO₂ which are very influential on the surrounding environment, so a circulation of emissions is needed for each type of plant in the surrounding environment.

Meanwhile, this study aims to analyze the need for green open spaces, especially the ability of trees and shrubs in green open spaces to absorb emissions produced by operating motorized vehicles and visitors who worship at the Al Markaz Al Islami Mosque, Makassar City Grand Mosque, , and the Nurul Muttahidah Immim Mosque.

This research is a type of qualitative research. All data needed for research analysis is primary data or data obtained directly in the field. In this study, a zoning system is applied because each area has different green open space requirements based on the strength of the emissions produced by motorized vehicles and visitors who are active in the area.

From the results of the study, the Al Markaz Al Islami Mosque has met the requirements of 30% of the green open space area, while the Makassar City Grand Mosque and Nurul Muttahidah Immim Mosque have not met the requirements for area and need to add vegetation and area so that there is an increase in absorption capacity that is able to reduce CO₂ emissions in the facility.

Keywords: Green Open Space, Vehicle Emissions, Respiration Emissions, Carbon Dioxide, Carbon Monoxide, Vegetation Absorption.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan dan Manfaat	4
1. Tujuan	4
2. Manfaat	4
D. Ruang Lingkup	5
1. Ruang Lingkup Substansi	5
2. Ruang Lingkup Wilayah	5
E. Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Ruang Terbuka Hijau	7
1. Pengertian Ruang Terbuka Hijau	7

2. Fungsi Ruang Terbuka Hijau	8
3. Tipologi Ruang Terbuka Hijau	9
4. Standar Besaran RTH.....	10
5. Faktor Yang Mempengaruhi Ketersediaan RTH	14
6. Tumbuhan Sebagai Penyerap Gas Karbon Dioksida	16
7. Perhitungan Luas Tutupan Tajuk Vegetasi	16
B. Perhitungan Efisiensi Daya Serap RTH.....	27
C. Kendaraan Bermotor dan Emisi	27
1. Komponen Emisi.....	29
2. Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Emisi Kendaraan Bermotor ...	32
3. Dampak Emisi.....	33
4. Besaran Emisi Kendaraan Bermotor	34
5. Faktor Emisi	34
6. Konsumsi Energi Spesifik.....	36
D. Emisi Respirasi Pengunjung.....	36
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	37
A. Rancangan Penelitian	37
B. Studi Pendahuluan.....	38
C. Kerangka Penelitian	38
D. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	39
1. Lokasi Penelitian	39
2. Waktu Penelitian	41
E. Bahan dan Alat Penelitian	41

F. Metode Pengumpulan Data	42
1. Pengumpulan Data Primer	42
2. Pengumpulan Data Sekunder	43
G. Metode Pengolahan Data	43
1. Metode Perhitungan Emisi Pengunjung Fasilitas Ibadah.....	43
2. Metode Perhitungan Emisi Kendaraan Bermotor	43
3. Metode Perhitungan Daya Serap vegetasi.....	46
4. Perhitungan Efisiensi Daya Serap Vegetasi Terhadap Emisi.....	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	48
A. Daya Serap Ruang Terbuka Hijau di Fasilitas Ibadah	48
1. RTH Kawasan Masjid Al Markaz Al Islami	48
2. RTH Kawasan Masjid Raya Kota Makassar.....	56
3. RTH Kawasan Masjid Nurul Muttahidah Immim.....	63
B. Analisis Besaran Emisi Respirasi Pengunjung Fasilitas Ibadah	67
1. Analisis Emisi Respirasi di Masjid Al Markaz Al Islami	68
2. Analisis Emisi Respirasi di Masjid Raya Kota Makassar	69
3. Analisis Emisi Respirasi di Masjid Nurul Muttahidah Immim.....	71
C. Analisis Besaran Emisi Kendaraan Bermotor.....	72
1. Analisis Emisi Kendaraan Bermotor di Masjid Al Markaz Al Islami	72
2. Analisis Emisi Kendaraan Bermotor di Masjid Raya Kota Makassar.....	79

3. Analisis Emisi Kendaraan Bermotor di Masjid Nurul Muttahidah Immim	86
D. Analisis Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau di Fasilitas Ibadah	92
1. Masjid Al Markaz Al Islami.....	93
2. Masjid Raya Kota Makassar	95
3. Masjid Nurul Muttahidah Immim	97
4. Rekapitulasi Hasil Emisi CO ₂ dan CO di Fasilitas Ibadah.....	99
5. Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau di Fasilitas Ibadah	100
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	105
A. Kesimpulan.....	105
B. Saran.....	106
DAFTAR PUSTAKA	107

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Hubungan Fungsi Tanaman Dengan Kriteria Pemilihan Jenis dan Bentuk Tanaman.....	11
Tabel 2.	Daya Serap CO ₂ persamaan luas tutupan tajuk satuan (ha).....	17
Tabel 3.	Kemampuan daya serap vegetasi pohon	18
Tabel 4.	Klasifikasi kendaraan bermotor	28
Tabel 5.	Faktor emisi kendaraan bermotor dari sejumlah tipe bahan bakar	35
Tabel 6.	Konsumsi energi spesifik kendaraan bermotor.....	36
Tabel 7.	Nama Fasilitas Ibadah.....	39
Tabel 8.	Panjang Jalan Rata-rata/L (km)	44
Tabel 9.	Jumlah Pohon dan Semak/Perdu di Masjid Al Markaz Al Islami	48
Tabel 10.	Jenis Pohon dan Semak/Perdu di Zona 1 Masjid Al Markaz Al Islami.....	48
Tabel 11.	Jenis Pohon dan Semak/Perdu di Zona 2 Masjid Al Markaz Al Islami.....	49
Tabel 12.	Jenis Pohon dan Semak/Perdu di Zona 3 Masjid Al Markaz Al Islami.....	50
Tabel 13.	Daya Serap Vegetasi Berdasarkan Jenis Pohon di Masjid Al Markaz Al Islami.....	53
Tabel 14.	Daya Serap Vegetasi Berdasarkan Luas Tajuk di Masjid Al Markaz Al Islami.....	54
Tabel 15.	Total Daya Serap CO ₂ di Masjid Al Markaz Al Islami.....	55
Tabel 16.	Total Daya Serap CO di Masjid Al Markaz Al Islami.....	55
Tabel 17.	Jumlah Pohon dan Semak/Perdu di Masjid Raya Kota Makassar	56
Tabel 18.	Jenis Pohon dan Semak/Perdu di Zona 1 Masjid Raya Kota Makassar.....	57
Tabel 19.	Jenis Pohon dan Semak/Perdu di Zona 2 Masjid Raya Kota Makassar.....	57
Tabel 20.	Jenis Pohon dan Semak/Perdu di Zona 3 Masjid Raya Kota Makassar.....	57

Tabel 21. Daya Serap Vegetasi Berdasarkan Jenis Pohon di Masjid Raya Kota Makassar.....	60
Tabel 22. Daya Serap Vegetasi Berdasarkan Luas Tajuk di Masjid Raya Kota Makassar.....	61
Tabel 23. Total Daya Serap CO ₂ di Masjid Raya Kota Makassar	62
Tabel 24. Total Daya Serap CO di Masjid Raya Kota Makassar.....	62
Tabel 25. Jumlah Pohon dan Semak/Perdu di Masjid Nurul Muttahidah Immim	63
Tabel 26. Jenis Pohon dan Semak/Perdu di Zona 1 Masjid Nurul Muttahidah Immim	63
Tabel 27. Jenis Pohon dan Semak/Perdu di Zona 2 Masjid Nurul Muttahidah Immim	64
Tabel 28. Daya Serap Vegetasi Berdasarkan Jenis Pohon di Masjid Nurul Muttahidah Immim.....	66
Tabel 29. Daya Serap Vegetasi Berdasarkan Luas Tajuk di Masjid Nurul Muttahidah Immim.....	66
Tabel 30. Total Daya Serap CO ₂ di Masjid Nurul Muttahidah Immim.....	67
Tabel 31. Total Daya Serap CO di Masjid Nurul Muttahidah Immim.....	67
Tabel 32. Jumlah Pengunjung Masjid Al Markaz Al Islami	68
Tabel 33. Besaran Emisi Respirasi (CO ₂) Pengunjung di Masjid Al Markaz Al Islami	68
Tabel 34. Jumlah Pengunjung Masjid Raya Kota Makassar	69
Tabel 35. Besaran Emisi Respirasi (CO ₂) Pengunjung di Masjid Raya Kota Makassar	70
Tabel 36. Jumlah Pengunjung Masjid Nurul Muttahidah Immim	71

Tabel 37. Besaran Emisi Respirasi (CO ₂) Pengunjung di Masjid Nurul Muttahidah Immim.....	71
Tabel 38. Jumlah Kendaraan Bermotor Zona 1 Masjid Al Markaz Al Islami.....	73
Tabel 39. Jumlah Kendaraan Bermotor Zona 2 Masjid Al Markaz Al Islami.....	73
Tabel 40. Jumlah Kendaraan Bermotor Zona 3 Masjid Al Markaz Al Islami.....	73
Tabel 41. Konsumsi Energi Spesifik Kendaraan Bermotor di Masjid Al Markaz Al Islami.....	74
Tabel 42. Besaran Emisi CO ₂ Kendaraan Bermotor Zona 1 Masjid Al Markaz Al Islami.....	74
Tabel 43. Besaran Emisi CO ₂ Kendaraan Bermotor Zona 2 Masjid Al Markaz Al Islami.....	75
Tabel 44. Besaran Emisi CO ₂ Kendaraan Bermotor Zona 3 Masjid Al Markaz Al Islami.....	75
Tabel 45. Besaran Emisi CO Kendaraan Bermotor Zona 1 Masjid Al Markaz Al Islami.....	76
Tabel 46. Besaran Emisi CO Kendaraan Bermotor Zona 2 Masjid Al Markaz Al Islami.....	76
Tabel 47. Besaran Emisi CO Kendaraan Bermotor Zona 3 Masjid Al Markaz Al Islami.....	76
Tabel 48. Rekapitulasi Besaran Emisi CO ₂ Kendaraan di Masjid Al Markaz Al Islami	77
Tabel 49. Rekapitulasi Besaran Emisi CO Kendaraan di Masjid Al Markaz Al Islami	77
Tabel 50. Jumlah Kendaraan Bermotor Zona 1 Masjid Raya Kota Makassar.....	79

Tabel 51.	Jumlah Kendaraan Bermotor Zona 2 Masjid Raya Kota Makassar.....	80
Tabel 52.	Jumlah Kendaraan Bermotor Zona 3 Masjid Raya Kota Makassar.....	80
Tabel 53.	Konsumsi Energi Spesifik Kendaraan Bermotor di Masjid Raya Kota Makassar.....	81
Tabel 54.	Besaran Emisi CO ₂ Kendaraan Bermotor Zona 1 Masjid Raya Kota Makassar.....	81
Tabel 55.	Besaran Emisi CO ₂ Kendaraan Bermotor Zona 2 Masjid Raya Kota Makassar.....	82
Tabel 56.	Besaran Emisi CO ₂ Kendaraan Bermotor Zona 3 Masjid Raya Kota Makassar.....	82
Tabel 57.	Besaran Emisi CO Kendaraan Bermotor Zona 1 Masjid Raya Kota Makassar.....	83
Tabel 58.	Besaran Emisi CO Kendaraan Bermotor Zona 2 Masjid Raya Kota Makassar.....	83
Tabel 59.	Besaran Emisi CO Kendaraan Bermotor Zona 3 Masjid Raya Kota Makassar.....	83
Tabel 60.	Rekapitulasi Besaran Emisi CO ₂ Kendaraan di Masjid Raya Kota Makassar	84
Tabel 61.	Rekapitulasi Besaran Emisi CO Kendaraan di Masjid Raya Kota Makassar	84
Tabel 62.	Jumlah Kendaraan Bermotor Zona 1 Masjid Nurul Muttahidah Immim...	86
Tabel 63.	Jumlah Kendaraan Bermotor Zona 2 Masjid Nurul Muttahidah Immim...	87
Tabel 64.	Konsumsi Energi Spesifik Kendaraan Bermotor di Masjid Nurul Muttahidah Immim	87

Tabel 65.	Besaran Emisi CO ₂ Kendaraan Bermotor Zona 1 Masjid Nurul Muttahidah Immim.....	88
Tabel 66.	Besaran Emisi CO ₂ Kendaraan Bermotor Zona 2 Masjid Nurul Muttahidah Immim.....	88
Tabel 67.	Besaran Emisi CO Kendaraan Bermotor Zona 1 Masjid Nurul Muttahidah Immim.....	89
Tabel 68.	Besaran Emisi CO Kendaraan Bermotor Zona 2 Masjid Nurul Muttahidah Immim.....	89
Tabel 69.	Rekapitulasi Besaran Emisi CO ₂ Kendaraan di Masjid Nurul Muttahidah Immim.....	90
Tabel 70.	Rekapitulasi Besaran Emisi CO Kendaraan di Masjid Nurul Muttahidah Immim.....	90
Tabel 71.	Hasil Reduksi Emisi Respirasi Pengunjung dan Kendaraan Bermotor di Masjid Al Markaz Al Islami pada Hari Kerja	93
Tabel 72.	Hasil Reduksi Emisi Respirasi Pengunjung dan Kendaraan Bermotor di Masjid Al Markaz Al Islami pada Hari Jum'at	93
Tabel 73.	Hasil Reduksi Emisi Respirasi Pengunjung dan Kendaraan Bermotor di Masjid Al Markaz Al Islami pada Hari Libur	94
Tabel 74.	Hasil Rekapitulasi Reduksi Emisi Respirasi Pengunjung dan Kendaraan Bermotor di Masjid Al Markaz Al Islami	94
Tabel 75.	Hasil Reduksi Emisi Respirasi Pengunjung dan Kendaraan Bermotor di Masjid Raya Kota Makassar pada Hari Kerja	95
Tabel 76.	Hasil Reduksi Emisi Respirasi Pengunjung dan Kendaraan Bermotor di Masjid Raya Kota Makassar pada Hari Jum'at	95

Tabel 77.	Hasil Reduksi Emisi Respirasi Pengunjung dan Kendaraan Bermotor di Masjid Raya Kota Makassar pada Hari Libur	96
Tabel 78.	Hasil Rekapitulasi Reduksi Emisi Respirasi Pengunjung dan Kendaraan Bermotor di Masjid Raya Kota Makassar	96
Tabel 79.	Hasil Reduksi Emisi Respirasi Pengunjung dan Kendaraan Bermotor di Masjid Nurul Muttahidah Immim pada Hari Kerja	97
Tabel 80.	Hasil Reduksi Emisi Respirasi Pengunjung dan Kendaraan Bermotor di Masjid Nurul Muttahidah Immim pada Hari Jum'at	97
Tabel 81.	Hasil Reduksi Emisi Respirasi Pengunjung dan Kendaraan Bermotor di Masjid Nurul Muttahidah Immim pada Hari Libur	98
Tabel 82.	Hasil Rekapitulasi Reduksi Emisi Respirasi Pengunjung dan Kendaraan Bermotor di Masjid Nurul Muttahidah Immim	98
Tabel 83.	Rekapitulasi dan Perbandingan Emisi CO ₂ di Fasilitas Ibadah	99
Tabel 84.	Rekapitulasi dan Perbandingan Emisi CO ₂ di Fasilitas Ibadah	99
Tabel 85.	Perencanaan Peningkatan Efisiensi dalam Pemenuhan Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau	100
Tabel 86.	Persentase Luas (m ²) Ruang Terbuka Hijau di Fasilitas Ibadah	102
Tabel 87.	Luas tambahan RTH berdasarkan penambahan jumlah pohon di Fasilitas Ibadah.....	103

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Tipologi Ruang Terbuka Hijau	9
Gambar 2.	Faktor Yang Mempengaruhi Tingkat Emisi Kendaraan	32
Gambar 3.	Bagan Alir Metodologi Penelitian	37
Gambar 4.	Kerangka Penelitian	38
Gambar 5.	Lokasi Penelitian di Masjid Al Markaz Al Islami	39
Gambar 6.	Lokasi Penelitian di Masjid Raya Kota Makassar	40
Gambar 7.	Lokasi Penelitian di Masjid Nurul Muttahidah Immim.....	40
Gambar 8.	Alat dan Bahan Penelitian	42
Gambar 9.	Peta Lokasi Panjang Jalan Masjid Al Markaz Al Islami	45
Gambar 10.	Peta Lokasi Panjang Jalan Masjid Raya Makassar	45
Gambar 11.	Peta Lokasi Panjang Jalan Masjid Nurul Muttahidah Immim	46
Gambar 12.	Persentase Jenis Tanaman di Zona 1 Masjid Al Markaz Al Islami	51
Gambar 13.	Persentase Jenis Tanaman di Zona 2 Masjid Al Markaz Al Islami	51
Gambar 14.	Persentase Jenis Tanaman di Zona 3 Masjid Al Markaz Al Islami	52
Gambar 15.	Persentase Jenis Tanaman di Zona 1 Masjid Raya Kota Makassar	58
Gambar 16.	Persentase Jenis Tanaman di Zona 2 Masjid Raya Kota Makassar	59
Gambar 17.	Persentase Jenis Tanaman di Zona 3 Masjid Raya Kota Makassar	59
Gambar 18.	Persentase Jenis Tanaman di Zona 1 Masjid Nurul Muttahidah Immim	64
Gambar 19.	Persentase Jenis Tanaman di Zona 2 Masjid Nurul Muttahidah Immim	65
Gambar 20.	Besaran Emisi Respirasi pengunjung di Masjid Al Markaz Al Islami..	69

Gambar 21.	Besaran Emisi Respirasi pengunjung di Masjid Raya Kota Makassar..	70
Gambar 22.	Besaran Emisi Respirasi pengunjung di Masjid Nurul Muttahidah Immim	72
Gambar 23.	Rekapitulasi Besaran Emisi CO ₂ di Masjid Al Markaz Al Islami	78
Gambar 24.	Rekapitulasi Besaran Emisi CO di Masjid Al Markaz Al Islami.....	79
Gambar 25.	Rekapitulasi Besaran Emisi CO ₂ di Masjid Raya Kota Makassar	85
Gambar 26.	Rekapitulasi Besaran Emisi CO di Masjid Raya Kota Makassar.....	86
Gambar 27.	Rekapitulasi Besaran Emisi CO ₂ di Masjid Nurul Muttahidah Immim	91
Gambar 28.	Rekapitulasi Besaran Emisi CO di Masjid Nurul Muttahidah Immim..	92

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Perhitungan Daya Serap Vegetasi RTH
- Lampiran 2. Tabel Tambahan Kebutuhan Daya Serap Vegetasi RTH
- Lampiran 3. Tabel Volume Kendaraan
- Lampiran 4. Dokumentasi Kegiatan

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan suatu daerah di Indonesia identik dengan perkembangan teknologi yang tumbuh dengan cepat, terlebih teknologi di bidang transportasi (darat, laut dan udara) sehingga memicu bertambahnya volume kendaraan bermotor. Peningkatan volume kendaraan berbanding lurus dengan peningkatan kebutuhan bahan bakar fosil. Hal tersebut merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas udara, dimana terjadi proses pembakaran yang tidak sempurna sehingga gas buang kendaraan bermotor terdispersi ke udara yang berpotensi dalam mencemari lingkungan. Penggunaan Bahan Bakar Minyak (BBM) menjadi penyumbang besar terhadap polusi udara karena di dalam bahan bakar tersebut terkandung bahan-bahan yang membahayakan terhadap kesehatan manusia dan merusak lingkungan. (Ray Sihotang dan Fadli Assomadi 2015).

Penurunan kualitas udara ini secara global disebabkan oleh kendaraan bermotor yang mengemisikan 14% dari bahan bakar fosil berbasis karbon dioksida, 50%-60% dari karbon monoksida dan hidrokarbon serta sekitar 30% emisi nitrogen oksida. (Hwang, et al, 2007)

Ruang terbuka hijau adalah penyiapan ruang sebagai lahan terbuka yang ditanami berbagai jenis tumbuhan dan pohon-pohon peneduh atau pelindung. Fungsi utama ruang terbuka hijau dapat mengatasi kondisi lingkungan seperti pencemaran udara dimana ruang terbuka hijau memiliki kemampuan menghasilkan oksigen (O_2) dan menyerap karbondioksida (CO_2) melalui proses fotosintesis. Tanaman membutuhkan CO_2 untuk pertumbuhannya. Peningkatan konsentrasi CO_2 di atmosfer antara lain akan merangsang proses fotosintesa, meningkatkan pertumbuhan tanaman dan produktivitasnya tanpa diikuti oleh peningkatan kebutuhan air (transpirasi), Fotosintesa umumnya terjadi pada semua tumbuhan hijau yang memiliki kloroplast atau pada semua

tumbuhan yang memiliki zat warna. Secara umum proses fotosintesa adalah pengikatan gas karbon-dioksida (CO_2) dari udara dan molekul air (H_2O) dari tanah dengan bantuan energi foton cahaya tampak, akan membentuk gula heksosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) dan gas oksigen (O_2). (Kusminingrum 2008)

Fasilitas ibadah merupakan sebuah tempat yang memiliki fungsi yang sangat penting bagi masyarakat terutama dalam beribadah kepada tuhan, dan disanalah masyarakat juga melakukan berbagai macam aktifitas sehari-hari, dimulai dari beribadah, mencari nafkah, dan kegiatan lainnya. Di fasilitas ibadah juga tersedia berbagai macam fasilitas khusus penunjang diantaranya kamar mandi atau WC umum, taman-taman dan parkir umum yang di mana masyarakat setiap harinya selalu beraktifitas baik menggunakan kendaraan bermotor dan berjalan kaki melalui fasilitas ibadah tersebut, maka diperlukan sebuah kontrol lingkungan yang mampu menetralsir polusi akibat dari kegiatan manusia sehari-hari, diantaranya pembuatan dan pemeliharaan Ruang Terbuka Hijau.

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang, kebutuhan RTH di suatu perkotaan diharuskan mencapai 30% dari luas wilayahnya. Dalam Undang-undang tersebut diuraikan bahwa luas ruang terbuka hijau tersebut dialokasikan 10% luas ruang terbuka hijau di antaranya merupakan luas ruang terbuka hijau Privat dan 20% lainnya merupakan luas ruang terbuka hijau publik. Alasan mendasar besaran 30% luas ruang terbuka hijau perkotaan karena diyakini secara alamiah dapat mengatasi lingkungan fisik kritis di wilayah tersebut. (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat 2007)

Kota Makassar merupakan salah satu daerah di Indonesia yang memiliki pertumbuhan yang pesat dalam sektor transportasi dan pembangunan. Salah satu kawasan di Kota Makassar yang menjadi pusat pertumbuhan tersebut adalah Fasilitas Ibadah, terkhusus fasilitas ibadah umat islam yang menjadi mayoritas di kota makassar, kawasan yang di maksud ialah Masjid Al Markaz Al Islami dan Masjid Raya di kota Makassar. Kawasan ini membutuhkan

suasana dan kondisi sekitar yang aman dan nyaman, serta bebas dari pencemaran. Kehadiran kendaraan bermotor yang relatif banyak dan secara terus menerus melintasi, serta kendaraan yang terparkir pada area parkir bukan tidak mungkin menyumbangkan gas buang karbondioksida dan karbon monoksida yang akan mencemari udara dilingkungan fasilitas ibadah begitu juga masyarakat yang beribadah di masjid setiap waktu. Sehingga ketika pencemaran udara terjadi, maka kualitas oksigen yang diperlukan oleh pelaku aktivitas juga akan menurun.

Fasilitas Ibadah mulai dari Masjid, gereja candi dan sebagainya biasanya memiliki ruang terbuka yang ditujukan untuk tempat beraktivitas orang yang beribadah dan masyarakat. Namun, hampir sebagian besar pusat Pendidikan, perkantoran, kawasan rumah sakit dan fasilitas ibadah kurang memperhatikan keberadaan terbuka yang dimiliki. Lapangan olahraga maupun ruang-ruang lapangan parkir yang dimiliki dibiarkan terbuka tanpa ditanami pepohonan dibagian tepinya, padahal keberadaan ruang terbuka hijau dengan berbagai jenis pohon sangat mempengaruhi suasana dan kenyamanan dalam lingkungan tersebut.

Berdasarkan hal tersebut maka perlunya dilakukan penelitian untuk menganalisis kebutuhan ruang terbuka hijau eksisting khususnya pada kemampuan pohon serta semak/perdu di ruang terbuka hijau tersebut dalam menyerap emisi yang dihasilkan oleh orang yang beribadah dan kendaraan bermotor yang parkir di kawasan fasilitas ibadah terkhusus masjid. Sehingga peneliti mengambil judul yaitu **“Analisis Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau di Fasilitas Ibadah”**.

B. Rumusan Masalah

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

1. Berapa besaran Daya Serap di Ruang Terbuka Hijau yang ada di fasilitas ibadah?
2. Berapa besaran emisi respirasi pengunjung dan kendaraan bermotor yang parkir di fasilitas ibadah?
3. Berapa Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau yang ada di fasilitas ibadah untuk kendaraan bermotor yang parkir dan respirasi pengunjung di fasilitas ibadah?

C. Tujuan dan Manfaat

1. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk menganalisis besaran Daya Serap di Ruang Terbuka Hijau di fasilitas ibadah
2. Untuk menganalisis besaran emisi berdasarkan pengunjung dan kendaraan bermotor yang parkir di fasilitas ibadah
3. Untuk menganalisis kebutuhan Ruang Terbuka Hijau berdasarkan daya serap vegetasi, emisi kendaraan bermotor yang parkir dan respirasi pengunjung di fasilitas ibadah.

2. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagi Akademik

Penelitian ini membahas mengenai emisi pengunjung dan kendaraan bermotor yang parkir di fasilitas ibadah di kota Makassar sebagai salah satu penunjang untuk menyelesaikan tugas akhir, sehingga dengan melakukan penelitian ini diharapkan penulis dan semua pihak yang berkepentingan dapat lebih memahaminya.

2. Bagi Program Studi Teknik Lingkungan

Sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya dalam bidang riset ruang terbuka hijau khususnya ketersediaan ruang terbuka hijau di fasilitas ibadah.

3. Bagi Pihak Fasilitas Ibadah

Penelitian ini membahas mengenai kebutuhan ruang terbuka hijau sebagai objek penelitian, sehingga diharapkan para pengambil kebijakan yang berkepentingan dapat menjadikan hasil penelitian ini sebagai pertimbangan untuk meningkatkan pengelolaan kualitas lingkungan dan bidang tata ruang khususnya dalam hal menyikapi pencemaran udara yang disebabkan oleh emisi kendaraan bermotor di fasilitas ibadah di kota Makassar.

D. Ruang Lingkup

1. Ruang Lingkup Substansi

Tugas akhir ini membahas masalah ruang terbuka hijau di fasilitas ibadah di kota Makassar ditinjau dari daya serap vegetasi yang tersedia berdasarkan jenis pohon dan kebutuhan ruang terbuka hijau ditinjau dari emisi CO₂ dan CO yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor dan emisi respirasi orang yang beribadah di fasilitas ibadah.

2. Ruang Lingkup Wilayah

Wilayah yang dijadikan objek penelitian adalah ruang terbuka hijau Masjid Al Markaz Al Islami, Masjid Raya Kota Makassar dan Masjid Nurul Nurul Muttahidah Immim.

E. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan Tugas Akhir ini, yaitu sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

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

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

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

BAB III METODE PENELITIAN

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

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

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

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini terdiri dari kesimpulan hasil analisis yang telah dilakukan pada bab sebelumnya disertai saran-saran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Ruang Terbuka Hijau

1. Pengertian Ruang Terbuka Hijau

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. Ruang Terbuka Hijau Publik merupakan ruang terbuka hijau yang dimiliki dan dikelola oleh pemerintah daerah kota yang digunakan untuk kepentingan masyarakat secara umum. Yang termasuk ruang terbuka hijau publik, antara lain, adalah taman kota, taman pemakaman umum, dan jalur hijau sepanjang jalan, sungai dan pantai. Sedangkan yang dimaksud dengan Ruang Terbuka Hijau Privat adalah, adalah kebun dan halaman rumah/gedung milik masyarakat/swasta yang ditanami tumbuhan. (Alfidhdha 2013).

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. Ruang Terbuka Hijau (RTH) dapat berfungsi secara ekologis, social/budaya, arsitektural, dan ekonomi.

2. Fungsi Ruang Terbuka Hijau

Menurut Permen PU No.5 Tahun 2008 RTH memiliki fungsi sebagai berikut:

a. Fungsi utama (intrinsik) yaitu fungsi ekologis:

1. memberi jaminan pengadaan RTH menjadi bagian dari sistem sirkulasi udara (paru-paru kota);
2. pengatur iklim mikro agar sistem sirkulasi udara dan air secara alami dapat berlangsung lancar;
3. sebagai peneduh;
4. produsen oksigen;
5. penyerap air hujan dan penyedia habitat satwa;
6. penyerap polutan media udara, air dan tanah, serta;
7. menahan angin.

b. Fungsi tambahan (ekstrinsik) yaitu:

1. Fungsi sosial dan budaya:
 - menggambarkan ekspresi budaya lokal;
 - merupakan media komunikasi warga kota;
 - tempat rekreasi;
 - wadah dan objek pendidikan, penelitian, dan pelatihan dalam mempelajari alam.
2. Fungsi ekonomi:
 - sumber produk yang bisa dijual, seperti tanaman bunga, buah, daun, sayur mayur;
 - bisa menjadi bagian dari usaha pertanian, perkebunan, kehutanan dan lain-lain.
3. Fungsi estetika:
 - meningkatkan kenyamanan, memperindah lingkungan kota baik dari skala mikro: halaman rumah, lingkungan permukiman, maupun makro: lansekap kota secara keseluruhan;
 - menstimulasi kreativitas dan produktivitas warga kota;

- pembentuk faktor keindahan arsitektural;
- menciptakan suasana serasi dan seimbang antara area terbangun dan tidak terbangun.

Dalam suatu wilayah perkotaan, empat fungsi utama ini dapat dikombinasikan sesuai dengan kebutuhan, kepentingan, dan keberlanjutan kota seperti perlindungan tata air, keseimbangan ekologi dan konservasi hayati.

3. Tipologi Ruang Terbuka Hijau

Berdasarkan pedoman penyediaan dan pemanfaatan ruang terbuka hijau diperkotaan, pembagian jenis-jenis ruang terbuka hijau yang ada sesuai dengan tipologi ruang terbuka hijau sebagaimana gambar 1 dibawah ini:

	Fisik	Fungsi	Struktur	Kepemilikan
Ruang Terbuka Hijau (RTH)	RTH Alami	Ekologis Sosial Budaya	Pola Ekologis	RTH Publik
	RTH Non Alami	Estetika Ekonomi	Pola Ekonomis	RTH Privat

Gambar 1. Tipologi Ruang Terbuka Hijau

Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 05/ PRT/ M/ 2008

Secara fisik RTH dapat dibedakan menjadi RTH Alami berupa habitat liar alami, kawasan lindung dan taman-taman nasional serta RTH non alami atau binaan seperti taman, lapangan olahraga, pemakaman, atau jalur-jalur hijau jalan. Dilihat dari fungsi RTH dapat berfungsi ekologis, sosial budaya, estetika, dan struktur. secara struktur ruang RTH dapat mengikuti pola ekologis (mengelompok, memanjang, tersebar) maupun pola planologis yang

mengikuti hirarki dan struktur ruang perkotaan. Dari segi kepemilikan ruang terbuka hijau dibedakan kedalam RTH publik dan RTH privat. (Usman 2017)

4. Standar Besaran RTH

Secara keseluruhan wilayah perkotaan di Indonesia membutuhkan areal RTH sebesar $15\text{m}^2/\text{orang}$ (SNI 03-1733-2004), sedangkan menurut Permen No.32 Tahun 2006 standar fasilitas RTH sebagaimana disebut pada ayat 1 untuk fasilitas tingkat kawasan dengan penduduk ± 20.000 orang adalah taman atau hutan kawasan $\pm 500\text{ m}^2$.

Secara garis besar, jenis tanaman/vegetasi terbagi menjadi 3 bagian, yaitu:

a. Pohon

Berdasarkan ukurannya, pohon dapat dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu:

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

b. Semak / Perdu

Berdasarkan ukurannya, tanaman semak dibagi menjadi 3 jenis, yaitu: Semak Tinggi (tinggi maksimal 4,5 meter), Semak Sedang (tinggi 1 meter) dan Semak Rendah (tinggi 0,3 – 1 meter). Fungsinya adalah:

- Menghubungkan secara visual dua sisi komposisi menjadi satu kesatuan
- Sebagai pengarah ke satu titik tujuan
- Sebagai pembatas ruang vertikal, tetapi masih mampu memberikan pandangan terbuka ke atas

c. Penutup Tanah / Ground Cover

Ciri dari tanaman Penutup Tanah adalah jenis tanaman ini memiliki ketinggian antara 15-30 cm dan merupakan jenis tanaman terkecil menurut ukurannya. Fungsi dari tanaman Penutup Tanah adalah:

- Untuk membentuk tepi atau batas ruang
- Menyatukan komposisi dari kelompok-kelompok tanaman

Secara garis besar, tipe dasar dari bentuk tanaman terbagi menjadi bentuk:

- Menyebar (horisontal)
- Globular (bulat)
- Conical (piramidal)
- Weeping (merunduk)
- Pecturesgue (bentuk yang menarik / abstrak).

Tabel 1. Hubungan Fungsi Tanaman Dengan Kriteria Pemilihan Jenis Dan Bentuk Tanaman

Fungsi Tanaman	Peran Tanaman sebagai Elemen Lansekap	Kriteria Pemilihan Tanaman	
		Jenis	Bentuk
Unsur Arsitektural	Pembentuk ruang terbuka	Tinggi 5-30 cm Diameter 10-30 cm Massa daun jarang-sedang	Semak <i>Groundcover</i>
	Pembentuk ruang semi terbuka	Tinggi 5-200 cm Diameter 30-100 cm Massa daun banyak	<i>Spreading</i> <i>Rounded</i> <i>Weeping</i> Semak <i>Groundcover</i>
	Pembentuk ruang beratap	Tinggi 2-3 m Diameter 1-3 m Massa daun banyak	<i>Spreading</i> <i>Rounded</i> <i>Picturesque</i>

	Pembentuk ruang vertical	Tinggi lebih dari 3 m Diameter 1-3 m Massa daun banyak	Spreading Rounded Weeping Picturesque
	Penyekat/pembatas ruang	Massa daun jarang-sedang Tinggi 1-2 m Diameter 0,5-1 m	<i>Pyramidal</i> <i>Spreading</i> <i>Rounded</i> Weeping Pisturesque
Unsur Estetis	Pelengkap	Tinggi 2-5 m Diameter 1-3 m	<i>Pyramidal</i> <i>Spreading</i> <i>Rounded</i> Weeping <i>Picturesque</i>
	Pemersatu	Massa daun jarang-lebat Tinggi lebih dari 3 m Diameter 2-3 m	<i>Pyramidal</i> <i>Spreading</i> <i>Rounded</i> Weeping <i>Picturesque</i>
	Pengarah	Massa daun lebat-sedang Tinggi diatas 3 m Diameter 2-3 m	<i>Pyramidal</i> Weeping <i>Picturesque</i>
	Pengenal	Tinggi diatas 1 m Bentuk, warna, tekstur menarik Diameter 1-3 m	Semak
	Pelembut	Tekstur halus Tinggi 1-2 m Diameter 1 m	<i>Pyramidal</i> <i>Spreading</i> <i>Rounded</i> Weeping <i>Picturesque</i> Semak
	Pembingkai	Tinggi diatas 1 m Massa daun jarang-sedang Diameter 2-3 m	<i>Pyramidal</i> <i>Spreading</i> <i>Rounded</i> Weeping <i>Picturesque</i>
	Unsur Penyangga Lingkungan	Barrier matahari	Massa daun banyak Tinggi lebih dari 2,5 m Diameter pohon 2-3 m
Peredam kebisingan		Massa daun banyak Tinggi diatas 1 m Diameter pohon 1-2 m	<i>Spreading</i> <i>Rounded</i> <i>Picturesque</i> Semak

	Filter Udara	Tinggi diatas 2 m Massadaun sedang Diameter pohon 2-3 m	<i>Spreading</i> <i>Rounded</i> <i>Picturesque</i> <i>Pyramidal</i>
--	--------------	--	--

Sumber: Tarigan, 2008 dalam Alfidhdha, 2013

Berikut ini akan diberikan beberapa contoh nama tanaman berdasarkan bentuk pohon, massa daun:

- a. Groundcover: Rumput peking (*Agrotis canina*), Krokot (*Althentura amonea*), Rumput jarum (*Andropogon aciculatus*), Puring (*Codieum variegtum*)
- b. Semak: Suplir (*Adiantum*), Terang bulan (*Aegododium capillus*), Aster (*Aster sp.*), Bambu Cina (*Bambusa multiplex*), Merah kosta (*Brunfelsia uniflota*), Cocor bebek (*Callancho pinnata*), Soka (*Ixora stricta*)
- c. Konikal / Piramidal: Cemara laut (*Casuaria eguesetifola*), Pinus (*Pinus mwekusi*), Cemara gunung (*Casuarina montana*), Cemara lilin (*Cuperessus semperirens*), Cengkeh (*Eugenia aromatica*), Mahoni (*Swictenia mahagoni*), Damar (*Agatis alba*), Sengon (*Albasia chanensis*), Kapuk randu (*Cerba petandra*), Nyampung (*Colophylum inophylum*), Ketapang (*Terminalia catapa*), Sukun (*Artocarpus altilis*), Srikaya (*Annona squamasi*), Sirsak (*Annona muricata*), Kayu manis (*Cinnamomun zeytanicum*), Sonokeling (*Dolbergia regia*)
- d. Spreading / Menyebar: Kiara payung (*Felicism despiens*), Biola cantik (*Ficus pandurata*), Flamboyan (*Delonic regia*), Asam kranji (*Dialium indicum*), Jambu mete (*Anacardium occidenfale*), Karpet munding (*Ficus alastica*), Trembesi (*Samenea saman*), Lamtorogung (*Lencena lencocephala*), Beringin (*Ficus benyamina*), Tanjung (*Mimusops elengi*), Kenari (*Canarioum indicum*), Kamboja (*Plumerica rublua*), Mangga (*Magnifera indica*), Nangka (*Artocarpus integra*)
- e. Rounded / Membulat: Sono bludru (*Chrysophyllum camita*), Jeruk manis, (*Citrus anrah tifolia*), Jeruk (*Citrus nobis*), Sawo kecil

(Manilkana kanki), Akasia (*Acacia auriuculiformis*), Hujan mas (*Cassia fistulla*), Kacapiring (*Gardenia agusta*), Teh-tehan (*Duranta repens*), Jambu air (*Eugenia agues*), Kelengkeng (*Euptiorbia tirucalli*)

- f. Weeping / Merunduk: Kelapa (*Cocos nucifera*), Palembang raja (*Oreodoxa regia*), Siwalan (*Borassus flabellifera*), Pepaya (*Carica papaya*), Janda merana (*Salix babilonica*), Pisang kipas (*Revonela madagascarencis*), Pinang merah (*Cyrtostachis lakka*), Bambu betung (*Dendrocalomis sp.*)
- g. Piqturesque / Dinamis: Bougenville (*Bougenvillea spectabilis*), Flamboyan (*Delonix regia*), Trompet biru (*Ipomea learil*), Bunga pukul empat (*Mirabilis jalafa*), Angsana (*Pterocarpus indiscus*), Kembang kertas (*Zinnia*).

5. Faktor Yang Mempengaruhi Ketersediaan RTH

Pelaksana program RTH di tingkat kota adalah pemerintah daerah dengan menunjuk badan khusus yang bertanggung jawab sepenuhnya dalam pelaksanaan penghijauan kota yakni:

- a. Melaksanakan penghijauan kota dan membangun taman beserta kelengkapannya,
- b. Membuat perencanaan, melaksanakan, mengawasi, dan mengendalikan pembangunan fisik pertanaman dan keindahan kota
- c. Meneliti dan mengembangkan pola umum pertanaman dan keindahan
- d. Menyelenggarakan kegiatan yang berhubungan dengan ketertiban taman dan jalur hijau
- e. Mengusahakan pembibitan dan pengadaan tanaman untuk penghijauan kota
- f. Membimbing, membina, serta mengadakan penyuluhan bidang pertanaman kepada masyarakat.

Adapun badan khusus atau dinas/instansi yang terkait dengan pengelolaan RTH di tingkat kota adalah:

- a. Dinas pertamanan dan tata ruang kota sebagai pengelola taman kota, penghijauan jalan, dan lahan pemakaman.
- b. Dinas pertanian kota sebagai pengelola lahan konversi, lahan pekarangan dan penghijauan sempadan sungai.

Pelaksana program RTH yang sangat potensial adalah masyarakat baik secara individu maupun kelompok di wilayah perkotaan dengan menciptakan RTH di lingkungan masing - masing. Persepsi dan pemahaman masyarakat tentang konsep RTH berkorelasi dengan tingkat partisipasi dalam menyediakan RTH di lingkungannya.

Secara gamblang merujuk pada SNI tahun 2004 tentang 15 m²/jiwa, RTH di kota Makassar masih jauh dari standar yang telah ditetapkan dan ini disebabkan oleh:

- a. Dalam pembangunan kota, pengurangan RTH tidak dianggap mengubah tata ruang kota.
- b. Persepsi dan pemahaman tentang RTH sebagai pelengkap/ penyempurnaan seharusnya di ubah mengingat fungsi dari RTH ini sangat penting dan kompleks.
- c. Pembangunan RTH umumnya bersifat insidental dan *sporadic* akibat tidak adanya konsep yang jelas yang mencakup fungsi sosial, fisik, estetika sehingga menyebabkan mudahnya perubahan RTH kota menjadi penggunaan lain.
- d. Keberadaan RTH melibatkan keterkaitan antara beberapa dinas atau sector dan diperlukan koordinasi dalam menentukan model pengelolaan yang sesuai dengan kebutuhan kota.
- e. Peran masyarakat masih belum optimal akibat kurangnya pola penyertaan masyarakat dalam pembentukan RTH.

6. Tumbuhan Sebagai Penyerap Gas Karbon Dioksida

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 $6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} + \text{Energi dan klorofil menjadi } \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$. 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). Penanaman pohon menghasilkan absorbs karbon dioksida dari udara dan penyimpanan karbon, sampai karbon dilepaskan kembali akibat vegetasi tersebut busuk atau dibakar. Hal ini disebabkan karena pada RTH yang dikelola dan ditanam akan menyebabkan terjadinya penyerapan karbon dari atmosfer, kemudian sebagian kecil biomasnya dipanen dan atau masuk dalam kondisi masak tebang atau mengalami pembusukan (IPCC, 1995). Kemampuan tanaman dalam menyerap gas karbon dioksida bermacam-macam. Menurut Prasetyo et al. (2002) dalam Alfidhdha (2013) hutan yang mempunyai berbagai macam tipe penutupan vegetasi memiliki kemampuan atau daya serap terhadap karbon dioksida yang berbeda. Tipe penutupan vegetasi tersebut berupa pohon, semak belukar, padang rumput, sawah.

7. Perhitungan Luas Tutupan Tajuk Vegetasi

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

1. Menghitung diameter rata-rata kanopi

$$D_{rata-rata} = \frac{D_{terpanjang} + D_{terpendek}}{2} \quad (2.1)$$

Dimana:

D: Diameter

- Menghitung luas tajuk per vegetasi, luas tajuk diperoleh dari diameter tajuk dalam satuan meter kemudian dilakukan perhitungan dengan persamaan luas bangun:

$$L = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \quad L = p \times l \quad (2.2)$$

Dengan :

L: Luas vegetasi (m) D: diameter tajuk (m)

Kemudian hasil dari luas tajuk tersebut dikonversi ke hektar dengan koefisien ketetapan pada tabel 3 dibawah.

Tabel 2. Daya Serap CO₂ untuk persamaan luas tutupan tajuk satuan (ha)




No.	Jenis Vegetasi	Kg/ha/Jam
1	Pohon	129,925
2	Semak/Perdu	12,556





Sumber : Prasetyo (2002) dalam Pradipitiyas (2011)





- Menghitung daya serap vegetasi, dilakukan dengan cara mengalikan jumlah pohon dengan daya serap emisi CO₂ berdasarkan tipe penutupan pohon seperti dalam Tabel 3.

Berikut adalah kemampuan vegetasi dalam menyerap CO₂ berdasarkan jenis pohon.





Tabel 3. Kemampuan Daya Serap Vegetasi Pohon





No	Nama Lokal Vegetasi	Nama Latin Vegetasi	Daya Serap CO ₂ (kg/pohon/tahun)	Dokumentasi Vegetasi
1	Trembesi	<i>Samanea saman</i>	28.448,39	
2	Daun kupu-kupu	<i>Bauhinia variegata</i>	11.662,00	
3	Bintaro	<i>Carbera sp</i>	4.509,00	





4	Glodokan Tiang	<i>Polythea longifolia</i>	1.016,42	
5	Sukun	<i>Artocarpus altilis</i>	815,19	
6	Pepaya	<i>Carica Papaya</i>	727,08	
7	Pingku	<i>Dysoxylum excelsum</i>	720,49	





8	Beringin	<i>Ficus benjamina</i>	535,90	
9	Mangga	<i>Mangivera indica</i>	445,11	
10	Krey Payung	<i>Fellicium decipiens</i>	404,83	
11	Mahoni	<i>Swettiana mahagoni</i>	295,73	





12	Kamboja	<i>Plumeria</i>	220,00	
13	Ketapang Kencana	<i>Terminalia Mantaly</i>	211,64	
14	Jati	<i>Tectona Grandis</i>	135,27	
15	Nangka	<i>Artocarpus Heterohyllus</i>	126,51	

16	Pisang	<i>Musa</i>	113,00	
17	Kelapa	<i>Cocos Nucifera</i>	113,00	
18	Kedondong	<i>Spondias Dulcis</i>	113,00	
19	Sosis	<i>Kigelia Africana</i>	113,00	

20	Karet Kebo	<i>Ficus Elastica Roxb</i>	113,00	
21	Lengkeng	<i>Dimicarpus Longan</i>	113,00	
22	Kemuning	<i>Murraya Paniculata</i>	113,00	
23	Belimbing	<i>Averrhoa bilimbi</i>	55,45	

24	Palm Pheonix	<i>Pheonix Roebelenii</i>	52,52	
25	Palm Ratu	<i>Areceaceae</i>	52,52	
26	Palem kuning	<i>Dypsis lutescens</i>	52,52	
27	Sawo	<i>Manilkara Zapota</i>	41,78	

38	Jamblang	<i>Syzygium Cumini</i>	34,29	
29	Tanjung	<i>Mimusops Elengi</i>	34,29	
30	Akasia	<i>Accacia mangium</i>	15,19	
31	Pandan	<i>Draceana Draco</i>	12,56	

32	Angsana	<i>Pterocarpus dulce</i>	11,12	
33	Rambutan	<i>Nephelium lappaceum</i>	2,19	
34	Asam Jawa	<i>Tamarindus Indica</i>	1,49	
35	Bambu	<i>Bambusoideae</i>	0,39	

Sumber: Prasetyo et al. (2002), Dahlan (2007), Ardiansyah (2009) & Septian (2014)

Untuk menghitung daya serap CO, menurut Mulyadin dan Gusti dalam Suryani, 2014 data daya serap CO₂ dalam tabel 2.6, perlu dikonversi ke CO menggunakan persamaan,

$$M CO = \left(\frac{M CO_2}{Mr CO_2} \right) \times Mr CO \quad (2.3)$$

Keterangan:

M = Beban emisi

Mr= Massa relatif (CO₂ = 44) dan (CO = 33)

B. Perhitungan Efisiensi Daya Serap RTH

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:

$$\text{Efisiensi Daya Serap} = \text{Emisi Total} - \text{Total Daya Serap Vegetasi} \quad (2.4)$$

C. Kendaraan Bermotor dan Emisi

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 4.

Tabel 4. Klasifikasi Kendaraan Bermotor

No.	Klasifikasi kendaraan bermotor	Definisi	Jenis- Jenis Kendaraan
1.	Kendaraan Ringan	Kendaraan ringan (LV=Light Vehicle) kendaraan bermotor dua as 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 sesuai sistem 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 sistem klasifikasi bina marga.

Sumber: MKJI, 1997

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

- a. Sepeda motor adalah kendaraan bermotor beroda dua, atau tiga tanpa rumah-rumah baik dengan atau tanpa kereta samping.
- b. 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.
- c. 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.
- d. Mobil barang adalah setiap kendaraan bermotor selain dari yang termasuk dalam sepeda motor, mobil penumpang, dan mobil bus.
- e. 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.
- f. Kendaraan umum adalah kendaraan bermotor yang disediakan untuk dipergunakan oleh umum dengan dipungut bayaran.

1. Komponen Emisi

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).

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).

Hot Emission adalah emisi yang dihasilkan selama kendaraan beroperasi pada kondisi normal; *Start Emission* merupakan emisi yang dikeluarkan oleh kendaraan hanya pada saat kendaraan mulai berjalan, sedangkan *Evaporation Emission* dapat terjadi dalam berbagai cara misalnya saat pengisian bahan bakar, peningkatan temperatur harian dan lain sebagainya (Hickman, 1999 dalam Pratiwi, 2017). Beberapa komponen pencemaran udara sebagai berikut:

a. Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida (CO) adalah suatu komponen tidak berasa, tidak berbau dan tidak berwarna yang terdapat dalam bentuk gas pada suhu diatas -192°C . Komponen ini mempunyai berat sebesar 96,5% dari berat air dan tidak larut didalam air. Karbon monoksida yang terdapat

dialam terbentuk dari salah satu proses sebagai berikut:

- Pembakaran tidak lengkap terhadap karbon atau komponen yang mengandung karbon.
- Reaksi antara karbon dioksida dengan komponen yang mengandung karbon pada suhu tinggi.
- Pada suhu tinggi, karbon dioksida terurai menjadi karbon monoksida dan oksigen (Gorahe, 2015)

b. Karbon Dioksida (CO₂)

Sebagaimana gas CO, maka gas karbon dioksida juga mempunyai sifat tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak merangsang. Gas karbon dioksida merupakan gas yang berasal dari respirasi makhluk hidup, selain itu karbon dioksida juga berasal dari hasil pembakaran sempurna bahan bakar minyak bumi maupun batu bara. Dengan semakin banyaknya jumlah kendaraan bermotor dan semakin banyaknya jumlah pabrik, berarti meningkat pula jumlah atau kadar CO₂ di udara. Peningkatan konsentrasi karbon dioksida di udara akan mengakibatkan adanya perubahan iklim. Gas ini menyebabkan efek rumah kaca yang menyebabkan suhu bumi menjadi meningkat (Sjharul, 2013).

c. Sulfur Dioksida (SO₂)

Polusi oleh sulfur oksida terutama disebabkan oleh dua komponen gas yang tidak berwarna, yaitu sulfur dioksida (SO₂) dan sulfur trioksida (SO₃), dan keduanya disebut SO_x. Sulfur dioksida mempunyai karakteristik bau yang tajam dan tidak terbakar di udara, sedangkan sulfur trioksida merupakan komponen yang tidak reaktif. Pembakaran dari bahan-bahan yang mengandung sulfur akan menghasilkan kedua bentuk sulfur oksida, tetapi memiliki jumlah yang relative yang tidak dipengaruhi oleh jumlah oksigen yang tersedia. Meskipun udara tersedia dalam jumlah cukup, SO₂ selalu terbentuk dalam jumlah terbesar (Fardiaz, 2003 dalam Hanami, 2017).

Sulfur dioksida didapat baik dari sumber alamiah maupun sumber buatan. Sumber-sumber SO_2 alamiah adalah gunung berapi, pembusukan bahan organik oleh mikroba, dan reduksi sulfat secara biologis. Sumber-sumber SO_2 buatan adalah pembakaran bahan bakar minyak, gas, dan batu bara yang mengandung sulfur tinggi. Sumber-sumber buatan ini diperkirakan memberi kontribusi sebanyak sepertiganya saja dari seluruh SO_2 atmosfer/tahun. Akan tetapi, karena hampir seluruhnya berasal dari buangan industri, maka hal ini dianggap cukup gawat. Apabila pembakaran bahan bakar fosil ini bertambah di kemudian hari, maka dalam waktu singkat sumber-sumber ini akan dapat memproduksi lebih banyak SO_2 dari pada sumber alamiah (Soemirat, 2009 dalam Hanami, 2017).

d. Nitrogen Dioksida (NO_2)

Nitrogen Dioksida berwarna coklat kemerahan dan berbau tajam. Jumlah NO di udara lebih besar daripada NO_2 . Pembentukan NO dan NO_2 merupakan reaksi antara nitrogen dan oksigen di udara sehingga membentuk NO, yang bereaksi lebih lanjut dengan lebih banyak oksigen membentuk NO_2 (Fardiaz, 1992 dalam Wijayanti, 2012).

Udara terdiri dari 80% nitrogen dan 20% oksigen. Pada suhu kamar, hanya sedikit kecenderungan nitrogen dan oksigen untuk bereaksi satu sama lainnya. Pada suhu yang lebih tinggi (diatas 1210°C) keduanya dapat bereaksi membentuk NO (Fardiaz, 1992 dalam Wijayanti, 2012).

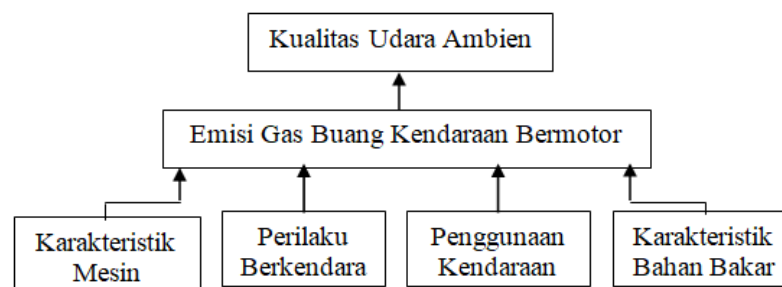
NO_2 tidak secara langsung dilepaskan langsung ke udara. NO_2 terbentuk ketika nitrogen oksida (NO) dan lainnya (NO_x) bereaksi dengan bahan kimia lain di udara untuk membentuk nitrogen dioksida. Sumber utama nitrogen dioksida yang dihasilkan dari aktivitas manusia adalah pembakaran bahan bakar fosil (batubara, gas dan minyak), terutama bensin digunakan oleh kendaraan bermotor (Ministry for the Environment, 2009 dalam Wijayanti, 2012).

e. Hidrokarbon (HC)

Hidrokarbon atau sering disingkat dengan HC adalah pencemaran udara yang dapat berupa gas, cairan maupun padatan. Dinamakan hidrokarbondrog karena penyusun utamanya adalah atom karbon dan atom hidrogen yang dapat terikat secara ikatan lurus atau terikat secara ikatan cincin. Pada suhu kamar umumnya hidrokarbon suku rendah akan berbentuk gas, Hidrokarbon suku menengah akan berbentuk cairan dan hidrokarbon suku tinggi akan berbentuk padatan (Wardhana,2001 dalam Hanami, 2017).

2. Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Emisi Kendaraan Bermotor

Faktor-faktor yang mempengaruhi emisi kendaraan bermotor dapat dilihat pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Emisi Kendataan

Sumber : Aly, (2015)

Menurut Soedomo, faktor penting yang menyebabkan dominannya pengaruh sektor transportasi dalam hal ini kendaraan bermotor roda dua terhadap pencemaran udara di perkotaan Indonesia antara lain meliputi: (Soedomo, 2001)

- Perkembangan jumlah kendaraan yang cepat (*eksponensial*)
- Tidak seimbangny prasarana transportasi dengan jumlah kendaraan yang ada
- Pola lalu lintas perkotaan yang berorientasi memusat, akibat terpusatnya kegiatan-kegiatan perekonomian dan perkantoran di pusat kota

- d. Masalah turunan akibat pelaksanaan kebijakan pengembangan kota yang ada, misalnya daerah pemukiman penduduk yang semakin menjauhi pusat kota
- e. Kesamaan waktu aliran lalu lintas
- f. Jenis, umur dan karakteristik kendaraan bermotor
- g. Faktor perawatan kendaraan
- h. Jenis bahan bakar yang digunakan
- i. Jenis permukaan jalan
- j. Siklus dan pola pengemudi (*driving pattern*)

Cara mengemudi dan merawat kendaraan bermotor memiliki dampak langsung terhadap konsumsi bahan bakar dan selanjutnya berpengaruh terhadap emisi karbon yang dihasilkannya. Metode kunci untuk meningkatkan efisiensi bahan bakar terkait dengan cara/perilaku mengemudi (kecepatan, pengereman, akselerasi, mesin, kapasitas angkut dan start dingin) dan kondisi kendaraan (perawatan mesin, ban, oli, filter udara serta usia kendaraan bermotor (GTZ,2007 dalam Pratiwi, 2017).

3. Dampak Emisi

Berdasarkan sifat kimia dan perilakunya di lingkungan, dampak bahan pencemar yang terkandung di dalam gas buang kendaraan bermotor digolongkan sebagai berikut:

- a. Bahan-bahan pencemar yang terutama mengganggu saluran pernafasan. Yang termasuk dalam golongan ini adalah oksida sulfur, partikulat, oksida nitrogen, ozon dan oksida lainnya.
- b. Bahan-bahan pencemar yang menimbulkan pengaruh racun sistemik, seperti hidrokarbon monoksida dan timbel/timah hitam.
- c. Bahan-bahan pencemar yang dicurigai menimbulkan kanker seperti hidrokarbon.
- d. Kondisi yang mengganggu kenyamanan seperti kebisingan, debu jalanan, dll (Tugaswati, 2008 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).

4. Besaran Emisi Kendaraan Bermotor

Besaran emisi (emission strength) menunjukkan volume emisi yang dikeluarkan per satuan waktu. Untuk suatu cerobong, Besaran emisi merupakan hasil perkalian antara kecepatan lepasan emisi dengan luas penampang cerobong. (Ray Sihotang, 2015).

Untuk menentukan Besaran emisi (Q) diperoleh dengan persamaan:

$$Q = n \times FE \times K \times L \quad (2.5)$$

Dimana:

Q: Besaran emisi (gram/jam)

n: Jumlah kendaraan (Unit/jam) FE: faktor emisi (gram/liter)

K: konsumsi bahan bakar (liter/km) L: panjang jalan (km)

5. 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 5 dibawah memperlihatkan faktor emisi (gram/liter) untuk masing- masing jenis kendaraan bermotor berdasarkan jenis bahan bakar yang digunakan berdasarkan Standar Faktor Emisi Internasional oleh IPCC (1996) Tier 1.

Tabel 5. Faktor Emisi Kendaraan Bermotor dari Sejumlah Tipe Bahan Bakar

Tipe kendaraan/ bahan bakar	Faktor emisi (gram/liter)						Catatan (km/l)
	Nox	CH4	NMV OC	CO	N2O	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 /Kereta	71,15	0,24	5,14	24,11	0,08	2964,43	

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

Sumber: IPCC dalam Ray Sihotang, 2015

6. Konsumsi Energi Spesifik

Tabel 6. Konsumsi Energi Spesifik Kendaraan Bermotor

No.	Jenis Kendaraan	Konsumsi Energi Spesifik (lt/100 km)
1.	Motor	2,66
2.	Kendaraan Ringan/Bensin (Rata-rata)	11,79
3.	Kendaraan Berat/Solar (Rata-rata)	13,04

Sumber: BPPT dalam Jinca et al, 2009 dalam Kusuma, 2010

D. Emisi Respirasi Pengunjung

Respirasi Pengunjung mampu menghasilkan CO₂ sebesar 3,2 kg CO₂/hari.jiwa atau setara dengan 0,13 kg CO₂/jam. Perhitungan emisi CO₂ dari respirasi pengunjung dapat dihitung menggunakan persamaan menurut Sutanhaji (2015):

$$Emisi CO_2 = n \times FE \quad (2.6)$$

Dimana:

n = Jumlah pengunjung (jiwa)

FE = Faktor emisi (3,2 kg CO₂/jiwa.hari)

Catatan: (Ketetapan Ini di kutip dari A.T. Sutanhaji *et al.* "Mapping of the distribution carbon dioxide (CO₂) emmissions with geographic information system (gis) in blitar city" *J. Sumberd. Alam dan Lingkung.*, Vol. 5 No.1, pp. 34-42, 2015.)