

TUGAS AKHIR

**ANALISIS BESARAN EMISI KENDARAAN RINGAN
DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM MOVES PADA
JALAN NASIONAL DI KOTA MAKASSAR**



NIA OKTAFIANA

D121 16 006

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2020

**ANALISIS BESARAN EMISI KENDARAAN RINGAN
DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM MOVES PADA
JALAN NASIONAL DI KOTA MAKASSAR**

NIA OKTAFIANA

D121 16 006

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada
Fakultas Teknik



**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2020**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

JL. POROS MALINO, KM.6 BONTOMARANNU KAB. GOWA

LEMBAR PENGESAHAN

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

Judul : **Analisis Besaran Emisi dengan Menggunakan Program MOVES pada Jalan Nasional di Kota Makassar**

Disusun Oleh :

Nama : Nia Oktafiana D121 16 006

Telah diperiksa dan disetujui
Oleh Dosen Pembimbing

Gowa, 27 Nopember 2020

Pembimbing I


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

Pembimbing II


Dr. Eng. Muh. Isran Ramli, ST. M.T.
NIP. 195812281986012001

Menyetujui,
Ketua Departemen Teknik Lingkungan


Dr. Eng. Murnia Hustim, S.T., M.T.
Nip. 197204242000122001

TL - Lembar 18204/11/06/2020

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini, nama Nia Oktafiana, dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“Analisis Besaran Emisi Kendaraan Ringan Menggunakan Program MOVES pada Jalan Nasional di Kota Makassar”**, adalah karya ilmiah penulis sendiri, dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar apapun dan dimanapun.

Karya ilmiah ini sepenuhnya milik penulis dan semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dan 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.

Gowa, 22 November 2020

Yang membuat pernyataan,



Nia Oktafiana

D121 16 006

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah *Subhanahuwata'ala* karena atas berkat rahmat dan ridhoNya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir dengan judul ***“Analisis Besaran Emisi Kendaraan Ringan dengan Menggunakan Program MOVES pada Jalan Nasional di Kota Makassar”***. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada baginda Nabi Muhammad *Shalallahu alaihi wa sallam*, pimpinan dan sebaik-baik teladan bagi ummat.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa selesainya tugas akhir ini adalah berkat bantuan dari berbagai pihak. Ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada kedua orang tua tercinta dan segenap handai taulan yang telah memberikan bantuan moril dan material.

Pada kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati dan teriring doa penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orangtua penulis atas doa – doa yang senantiasa mengiringi setiap langkah dan yang telah mencurahkan segenap kasih sayang yang tak terbatas serta segala bentuk motivasi yang telah diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan sampai di tingkat perguruan tinggi.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. A. Muhammad Arsyad Thaha, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.
3. Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T.,M.T. dan Bapak Dr. Eng. Irwan Ridwan Rahim, S.T.,M.T, selaku Ketua dan Sekretaris Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.
4. Ibu Dr. Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, M.T., selaku dosen pembimbing I, yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga terselesainya penulisan ini.
5. Bapak Dr. Eng. Muh. Isran Ramli, S.T., M.T selaku dosen pembimbing II, atas segala kesabaran dan waktu yang telah diluangkannya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga terselesainya penulisan ini.

6. Bapak dan Ibu dosen Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
7. Staf Tata Usaha Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
8. Kakak senior seperjuangan tracking yang telah banyak membantu, memberikan dukungan, dan motivasi dalam penyelesaian tugas akhir ini.
9. Teman-teman mahasiswa Departemen Teknik Lingkungan Angkatan 2016 yang telah banyak membantu, memberikan dukungan, dan motivasi dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran mmbangun demi kesempurnaan penulisan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat berguna bagi kita semua, khususnya dalam bidang teknik sipil.

Gowa, 14 Agustus 2020

NIA OKTAFIANA
D121 16 006

ABSTRAK

NIA OKTAFIANA. *Analisis Besaran Emisi Kendaraan Ringan dengan Menggunakan Program MOVES pada Jalan Nasional di Kota Makassar* (dibimbing oleh Sumarni Hamid Aly dan Muh. Isran Ramli)

Polutan udara utama adalah akibat gas-gas buang kendaraan bermotor yang tiap tahun bertambah dengan cepat. Kontribusi pencemaran udara yang berasal dari sektor transportasi mencapai 60 persen. Tingginya kontribusi pencemaran udara dari sektor transportasi menimbulkan masalah kualitas udara. Penelitian bertujuan untuk mengetahui besaran emisi yang dihasilkan oleh kendaraan ringan pada ruas jalan nasional di Kota Makassar dengan menggunakan program MOVES.

Penelitian ini dilaksanakan pada 11 jalan nasional dengan tiga periode yakni pagi, siang dan sore. Analisis data menggunakan program *map source* untuk menampilkan data *tracking* dan program MOVES untuk menghitung emisi berdasarkan volume kendaraan, kecepatan kendaraan serta umur kendaraan.

Hasil analisis besaran emisi NO_x, CO dan HC terbesar dihasilkan pada tipe jalan 6/2D, Jalan Urip Sumiharjo segmen 14 periode siang dengan besar emisi yakni masing-masing sebesar 113,96 g/jam, 1354,02 g/jam dan 33,80 g/jam. Sementara untuk emisi terkecil pada NO_x dihasilkan pada tipe jalan 4/1 UD, Jalan Gunung Bawakaraeng periode pagi dengan besaran emisi sebesar 0,25 g/jam. Untuk emisi CO dan HC terkecil dihasilkan pada tipe jalan 6/2 D, Jalan Veteran Utara dengan nilai emisi masing masing sebesar 4,26 g/jam dan 0,09 g/jam. Besaran emisi NO_x yang telah melampaui nilai ambang standar Euro IV, dan untuk emisi CO dan HC masih berada pada batas aman. Akan tetapi untuk standar Euro II, ketiga emisi yakni NO_x, Co dan HC telah melampaui nilai ambang standar

Kata Kunci : Emisi, Kendaraan Ringan, MOVES

ABSTRACT

NIA OKTAFIANA. *Analysis of Emission of Light Vehicles by Using the MOVES Program on National Roads in Makassar City* (supervised by Sumarni Hamid Aly and Muh. Isran Ramli)

The main air pollutants are the result of motor vehicle exhaust gases which increase rapidly every year. The contribution of air pollution from the transportation sector reaches 60 percent. The high contribution of air pollution from the transportation sector creates air quality problems. This study aims to determine the amount of emissions produced by light vehicles on national roads in Makassar City using the MOVES program.

This research was conducted on 11 national roads with three periods, namely morning, afternoon and evening. Data analysis uses the map source program to display tracking data and the MOVES program to calculate emissions based on vehicle volume, vehicle speed and vehicle age.

The results of the analysis of the largest emission quantities of NO_x, CO and HC were generated on the 6/2D road type, Jalan Urip Sumiharjo segment 14 during the day period with emissions, namely 113.96 g/hour, 1354.02 g/hour and 33.80 g/hour. Meanwhile, the smallest emissions in NO_x were generated on the road type 4/1 UD, Jalan Gunung Bawakaraeng in the morning period with an emission amount of 0.25 g/hour. For the smallest CO and HC emissions generated on the road type 6/2 D, Jalan Veteran Utara with emission values of 4.26 g/hour and 0.09 g/hour, respectively. The amount of NO_x emissions that have exceeded the Euro IV standard threshold value, and for CO and HC emissions are still at safe limits. However, for the Euro II standard, the three emissions namely NO_x, Co and HC have exceeded the standard threshold values.

Keywords :Emissions, Light Vehicles, MOVES

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang	1
B. Rumusab Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	4
E. Ruang Lingkup.....	4
F. Sistematika Penulisan	5

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Udara.....	6
B. Pengertian Pencemaran Udara	7
C. Sumber – Sumber Pencemar Udara	7
D. Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor	8

E. Klasifikasi Jalan	13
F. Jenis-jenis Kendaraan	16
G. <i>Motor Vehicle Emission Simulator</i> (MOVES)	17

BAB III. METODE PENELITIAN

A. Rangkuman Penelitian	19
B. Bagan Alir Penelitian	19
C. Waktu dan Lokasi Penelitian	21
D. Alat dan Bahan	24
E. Penentuan Kendaraan Uji	26
F. Teknik Pengumpulan Data.....	27
G. Teknik Analisis Data.....	28

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Kendaraan Ringan	33
1. Presentasi Kendaraan Uji Berdasarkan Umur	33
2. Presentasi Kendaraan Uji Berdasarkan Merk.....	34
3. Presentasi Kendaraan Uji Berdasarkan Kapasitas	34
B. Karakteristik Data Input MOVES.....	36
1. Kecepatan Kendaraan.....	36
2. Volume Kendaraan.....	38
C. Besaran Emisi pada Ruas Jalan Nasional Kota Makassar	41
1. Emisi NOx	41
2. Emisi CO	53
3. Emisi HC	65

4. Perbandingan Besaran Emisi dengan Standar Euro II dan Euro IV.....	76
D. Uji Independent Sample T-Test	77
1. Emisi NOx	77
2. Emisi CO	79
3. Emisi HC	80

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	82
B. Saran	83

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Lokasi Penelitian.....	22
Tabel 2. Ringkasan data <i>RunSpec</i> MOVES	32
Tabel 3. Persentase Jumlah Kendaraan Berdasarkan Umur, Merk, dan Kapasitas Kendaraan	35
Tabel 4. Kendaraan Uji	36
Tabel 5. Kecepatan rata-rata Kendaraan pada Jalan Ahmad Yani.....	38
Tabel 6. Volume Kendaraan Tiap Segmen Jalan	39
Tabel 7. Besaran emisi NOx pada tipe jalan 6/2 D	41
Tabel 8. Besaran emisi NOx pada tipe jalan 4/2 D	44
Tabel 9. Besaran emisi NOx pada tipe jalan 4/2 UD	47
Tabel 10. Besaran emisi NOx pada tipe jalan 4/1 UD dan 4/1 D	50
Tabel 11. Besaran emisi CO pada tipe jalan 6/2 D	53
Tabel 12. Besaran emisi CO pada tipe jalan 4/2 D	56
Tabel 13. Besaran emisi CO pada tipe jalan 4/2 UD	59
Tabel 14. Besaran emisi CO pada tipe jalan 4/1 UD dan 4/1 D.....	62
Tabel 15. Besaran emisi HC pada tipe jalan 6/2 D	65
Tabel 16. Besaran emisi HC pada tipe jalan 4/2 D	68
Tabel 17. Besaran emisi HC pada tipe jalan 4/2 UD	71
Tabel 18. Besaran emisi HC pada tipe jalan 4/1 UD dan 4/1 D.....	74
Tabel 19. Hasil Uji T-test untuk emisi NOx	79

Tabel 20. Hasil Uji T-test untuk emisi CO	80
Tabel 21. Hasil Uji T-test untuk emisi HC.....	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Gambar 1. Bagan Alir Penelitian	20
Gambar 2. Lokasi Penelitian	21
Gambar 3. Pengimputan Data Kecepatan Kendaraan dari <i>map source</i> ke <i>microsoft excel</i>	27
Gambar 4. Bagan Alir Analisis Kendaraan Uji.....	28
Gambar 5. Bagan Alir Analisis Kecepatan Kendaraan	29
Gambar 6. Bagan Alir Analisis Volume Kendaraan	30
Gambar 7. Diagram Database MOVES	31
Gambar 8. Grafik persentasi kendaraan uji berdasarkan umur	33
Gambar 9. Grafik persentasi kendaraan uji berdasarkan merk kendaraan.....	34
Gambar 10. Grafik persentasi kendaraan uji berdasarkan kapasitas kendaraan	34
Gambar 11. Tracking GPS Jalan Ahmad Yani	36
Gambar 12. Grafik hubungan kecepatan kendaraan (km/jam) dan waktu (det)	37
Gambar 13. Grafik Besaran Emisi Nox Pada Kendaraan Uji 1 Periode Pagi untuk Tipe Jalan 6/2D.....	42
Gambar 14. Grafik Besaran Emisi Nox Pada Kendaraan Uji 1 Periode Pagi untuk Tipe Jalan 4/2D.....	45
Gambar 15. Grafik Besaran Emisi Nox Pada Kendaraan Uji 1 Periode Pagi untuk Tipe Jalan 4/2UD	48
Gambar 16. Grafik Besaran Emisi Nox Pada Kendaraan Uji 1 Periode Pagi untuk Tipe Jalan 4/1UD	51
Gambar 17. Grafik Besaran Emisi CO Pada Kendaraan Uji 1 Periode Pagi untuk Tipe Jalan 6/2D.....	54

Gambar 18. Grafik Besaran Emisi CO Pada Kendaraan Uji 1 Periode Pagi untuk Tipe Jalan 4/2D	57
Gambar 19. Grafik Besaran Emisi CO Pada Kendaraan Uji 1 Periode Pagi untuk Tipe Jalan 4/2UD	60
Gambar 20. Grafik Besaran Emisi CO Pada Kendaraan Uji 1 Periode Pagi untuk Tipe Jalan 4/1UD	63
Gambar 21. Grafik Besaran Emisi HC Pada Kendaraan Uji 1 Periode Pagi untuk Tipe Jalan 6/2D	66
Gambar 22. Grafik Besaran Emisi HC Pada Kendaraan Uji 1 Periode Pagi untuk Tipe Jalan 4/2D	69
Gambar 23. Grafik Besaran Emisi HC Pada Kendaraan Uji 1 Periode Pagi untuk Tipe Jalan 4/2UD	72
Gambar 24. Grafik Besaran Emisi HC Pada Kendaraan Uji 1 Periode Pagi untuk Tipe Jalan 4/1UD	75
Gambar 25. Perbandingan Besaran Emisi NOx dan HC dengan Standar Euro pada Jalan Ahmad Yani.....	77
Gambar 26. Perbandingan Besaran Emisi NOx dan HC dengan Standar Euro pada Jalan Ahmad Yani.....	78

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Besaran Emisi NO_x per Kendaraan pada Jalan Nasional di Kota
Makkassar

Lampiran 2. Besaran Emisi CO per Kendaraan pada Jalan Nasional di Kota
Makkassar

Lampiran 3. Besaran Emisi HC per Kendaraan pada Jalan Nasional di Kota
Makkassar

Lampiran 4. Pembagian Segmen jalan nasional berdasarkan hasil Tracking mapsouce

Lampiran 5. Survei pada 13 SPBU

Lampiran 6. Cara penggunaan Program Moves

Lampiran 7. Dokumentasi Kegiatan

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Pada masa sekarang ini, Manusia dapat dengan mudah mengatur alam dan lingkungannya sesuai dengan yang diinginkan melalui pemanfaatan ilmu dan teknologi yang dikembangkannya. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang sangat pesat sebanding dengan meningkatnya pembangunan fisik kota dan kegiatan perindustrian.

Padatnya kendaraan bermotor di sejumlah ruas jalan kota-kota besar sudah menjadi pemandangan sehari-hari. Hiruk pikuk kendaraan bermotor menyebabkan kemacetan yang cukup parah di sejumlah ruas jalan kota besar di Indonesia. Tidak heran jika kota-kota besar tersebut menjadi asupan utama penyebaran polusi udara. Gas-gas dari knalpot kendaraan bermotor merupakan salah satu pencemaran lingkungan. Polutan udara utama adalah akibat gas-gas buang kendaraan bermotor yang tiap tahun bertambah dengan cepat. Kontribusi pencemaran udara yang berasal dari sektor transportasi mencapai 60 persen. Tingginya kontribusi pencemaran udara dari sektor transportasi menimbulkan masalah kualitas udara (Gusnita. 2018)

Kota Makassar sebagai pusat pengembangan kawasan strategis di kawasan timur Indonesia, cenderung mengalami pertumbuhan yang pesat di berbagai bidang termasuk sektor transportasi sebagai penunjang aktifitas masyarakat yang sangat penting dirasakan saat ini. Pertumbuhan ekonomi dan peningkatan jumlah penduduk memberi dampak pertumbuhan sektor transportasi yang meningkat sangat cepat. Hal ini terlihat dari peningkatan jumlah kendaraan di Kota Makassar, baik kendaraan umum maupun pribadi yang mencapai sekitar 856 ribu unit pada tahun 2010 dengan tingkat pertumbuhan mencapai 12% pertahun (Dinas Perhubungan Kota Makassar, 2010).

Transportasi sangat penting dalam menunjang aktifitas masyarakat dan turut menentukan perkembangan suatu wilayah. Dengan adanya transportasi yang lancar maka distribusi barang dan jasa juga akan semakin mudah. Namun, tidak

selamanya aktifitas transportasi berdampak positif. Aktifitas transportasi juga dapat memberikan akibat negatif. Kondisi system transportasi diperkotaan memperlihatkan kecenderungan yang sangat rumit dan sering terjadi kemacetan terutama pada jam-jam sibuk. Kondisi ini disebabkan karena tingginya jumlah kendaraan bermotor yang bergerak di dalam kota. Dari sektor transportasi inilah merupakan sumber pencemaran udara terbesar diperkotaan sekitar 60 % (Soedomo, 2001).

Pada dekade terakhir, kemacetan lalu lintas yang terjadi di ruas jalan perkotaan disebabkan aktivitas manusia yang semakin meningkat. Aktivitas-aktivitas tersebut membutuhkan moda transportasi atau kendaraan agar semua aktivitas dapat diselesaikan sesegera mungkin. Akibatnya, jumlah kendaraan bertambah sangat pesat khususnya di daerah perkotaan. Hal ini berdampak pada kuantitas emisi kendaraan yang turut meningkat secara signifikan (Aly, 2015).

Aktivitas kendaraan bermotor menghasilkan emisi gas buang yang menyebabkan pencemaran udara sehingga mengakibatkan menurunnya kualitas mutu udara. Emisi gas buang kendaraan bermotor diukur dalam gram per kendaraan per km dari suatu perjalanan dan terkait dengan beberapa faktor seperti tipe kendaraan, umur kendaraan, ambang temperature dan ketinggian. Kendaraan dengan usia dan jenis bahan bakar yang berbeda akan menghasilkan kadar emisi yang berbeda juga (Yuliasuti, 2008).

Menurut Soedomo,dkk, 1990, transportasi darat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap setengah dari total emisi SPM_{10} , untuk sebagian besar timbal, CO, HC, dan NO_x di daerah perkotaan, dengan konsentrasi utama terdapat di daerah lalu lintas yang padat, dimana tingkat pencemaran udara sudah dan/atau hampir melampaui standar kualitas udara ambient.

Perkiraan hasil studi Bank Dunia tahun 1994 (*Indonesia Environment and Development*) menunjukkan bahwa kendaraan di Jakarta (diperkirakan kondisi yang sama terjadi pada kota-kota besar lainnya) memberikan kontribusi timbal 100%, SPM_{10} 42%, hidrokarbon 89%, nitrogen oksida 64% dan hampir seluruh karbon monoksida (Kusminingrum. 2008).

Dalam hal ini pemantauan kualitas udara serta pengukuran emisi merupakan suatu langkah untuk mencegah kerusakan lingkungan dalam lingkup udara ambien, jika terjadi pencemaran udara ambien, maka dapat dilakukan tindakan lebih lanjut untuk mengatasi pencemaran tersebut. Oleh karena itu perlu dilakukan pemantauan kualitas udara dan pengukuran udara ambien dengan menghitung emisi gas buang dari kendaraan bermotor.

Environmental Protection Agency (EPA) Amerika Serikat, mengumumkan rilis resmi dari model Kendaraan Bermotor Emisi Simulator (MOVES, 2010) sebagai alat pemodelan untuk memperkirakan emisi dari mobil, truk, sepeda motor, dan bus.

MOVES adalah sebuah program yang dikembangkan oleh U. S. *Environmental Protection Agency* (U. S. EPA) Kantor Transportasi dan Kualitas Udara (OTAQ) adalah sistem pemodelan emisi baru yang memperkirakan emisi yang mencakup berbagai polutan. Sekarang ditetapkan bahwa model MOVES akan digunakan untuk rencana implementasi negara SIP. (Yao, Wei, Perugu, Liu, & Li, 2014)

Berdasarkan latar belakang di atas, maka pada penelitian ini akan membahas mengenai analisis besaran emisi polutan karbon monoksida (CO), Nitrogen oksida (NO), dan Hidrokarbon (Hc) menggunakan program MOVES pada jalan Nasional yang ada di Kota Makassar.

Adapun Judul dari Tugas Akhir ini yakni

“ Analisis Besaran Emisi Kendaraan Ringan dengan Menggunakan Program MOVES pada Jalan Nasional di Kota Makassar”

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik kendaraan ringan berdasarkan program MOVES untuk ruas jalan nasional di Kota Makassar
2. Bagaimana besaran emisi kendaraan ringan dengan menggunakan program MOVES

C. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui karakteristik karakteristik kendaraan ringan berdasarkan program MOVES untuk ruas jalan Nasional di Kota Makassar
2. Menganalisis besaran emisi kendaraan ringan dengan menggunakan program MOVES

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini, yakni:

1. Memberikan kontribusi terhadap ilmu pengetahuan dalam melakukan kajian ilmiah mengenai emisi kendaraan ringan dengan menggunakan program MOVES
2. Menjadi masukan dan pertimbangan kepada pemerintah dalam pembuatan kebijakan dibidang transportasi untuk mencapai kawasan kota yang bebas polusi.
3. Sebagai informasi terhadap masyarakat terkait polusi udara yang diakibatkan oleh kendaraan ringan pada jalan Nasional di Kota Makassar

E. Ruang Lingkup

Untuk menghindari pembahasan yang lebih luas dari ruang lingkup bahasan penulisan maka perlu diberi batasan masalah sebagai berikut :

1. Survei kecepatan kendaraan ringan dilakukan pada pagi, siang, dan sore hari disetiap ruas jalan arteri Kota Makassar.
2. Pengukuran besaran emisi kendaraan ringan dilakukan secara tidak langsung, yaitu dengan menggunakan program MOVES.
3. Besaran emisi yang diukur adalah Karbon Monoksida (CO), Nitrogen Oksida (NO_x) dan Hidrokarbon (HC).
4. Kendaraan ringan yang diuji adalah kendaraan ringan berbahan bakar bensin (premium).

F. Sistematika Penulisan

Secara keseluruhan penulisan ini terbagi dalam 5 (lima) bab dan setiap bab terdiri dari sub bab. Sistematika penulisan digunakan untuk membagi kerangka masalah dalam bab ke sub bab agar penulis dapat menjelaskan masalah dengan lebih jelas, terstruktur dan mudah dimengerti. Pokok-pokok yang disajikan setiap bab disusun menurut sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi uraian latar belakang masalah yang menjadi penyebab penulis melakukan penelitian, rumusan masalah penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, rumusan Masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan informasi-informasi yang diperoleh penulis dari literatur yang berkaitan erat dengan tujuan penelitian ini. Informasi lebih ditekankan pada masalah pencemaran udara khususnya emisi kendaraan ringan serta program *International Motor Vehicles Emission Simulator* (MOVES) yang merupakan obyek utama dalam penelitian ini

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang kerangka kerja penelitian, rancangan penelitian, waktu dan lokasi penelitian, alat dan bahan, data, teknik pengumpulan data, dan teknik analisis data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan tentang pembahasan hasil survei karakteristik operasional kendaraan, dan hasil analisa data besaran emisi menggunakan program MOVES.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan data, saran dan rekomendasi kepada pihak terkait yang membutuhkan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Udara

Udara merupakan suatu campuran gas yang terdapat pada lapisan yang mengelilingi bumi dan komponen campuran gas tersebut tidak selalu konstan (Fardiaz dalam Hirani, 2015).

Udara adalah campuran dari berbagai gas secara mekanis dan bukan merupakan senyawa kimia. Udara merupakan komponen yang membentuk atmosfer bumi, yang membentuk zona kehidupan pada permukaan bumi. Udara terdiri dari berbagai gas dalam kadar yang tetap pada permukaan bumi, kecuali gas metana, ammonia, hidrogen sulfida, karbon monoksida dan nitrogen oksida mempunyai kadar yang berbeda-beda tergantung daerah/lokasi. Umumnya konsentrasi metana, ammonia, hidrogen sulfida, karbon monoksida dan nitrooksida sangat tinggi di areal rawa-rawa atau industri kimia (Gabriel dalam Kamal, 2015)

Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1407/MENKES/SK/XI/2002, udara ambien adalah udara bebas dipermukaan bumi pada lapisan troposfir yang berada di dalam wilayah yurisdiksi Republik Indonesia yang dibutuhkan dan mempengaruhi kesehatan manusia, makhluk hidup dan unsur lingkungan hidup lainnya.

Menurut Peraturan Gubernur DIY Nomor 8 Tahun 2010 tentang program Langit Biru tahun 2009-2013, definisi Udara Ambien adalah udara bebas di permukaan bumi pada lapisan troposfir yang berada di dalam wilayah yuridiksi Republik Indonesia yang dibutuhkan dan mempengaruhinya kesehatan manusia, makhluk hidup dan unsur lingkungan hidup lainnya. Adanya kegiatan makhluk hidup menyebabkan komposisi udara alami berubah. Jika perubahan komposisi udara alami melebihi konsentrasi tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya, maka udara tersebut dikatakan telah tercemar. Dalam upaya menjaga mutu udara ambien agar dapat memberikan daya dukung bagi

mahluk hidup untuk hidup secara optimal, maka dilakukan pencegahan dan/atau penanggulangan pencemaran udara serta pemulihan mutu udara.

B. Pengertian Pencemaran Udara

Pencemaran udara adalah turunnya kualitas udara, sehingga udara mengalami penurunan mutu dalam penggunaannya dan akhirnya tidak dapat dipergunakan lagi sebagai mana mestinya sesuai dengan fungsinya. Dampak dari pencemaran udara tersebut adalah menyebabkan penurunan kualitas udara, yang berdampak negatif terhadap kesehatan manusia (Zikri, 2018).

Polusi atau pencemaran lingkungan adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan, atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam sehingga kualitas lingkungan turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

Menurut "*The Engineers' Joint Council in Air Pollution and Its Control*" dalam Kamal (2015) yang telah diterjemahkan ke dalam bahasa Indonesia, bahwa pencemaran udara diartikan hadirnya satu atau beberapa kontaminan di dalam udara atmosfer di luar, antara lain oleh debu, busa, gas, kabut, bau-bauan, asap atau uap dalam kuantitas yang banyak, dengan berbagai sifat maupun lama berlangsungnya di udara tersebut, hingga menimbulkan gangguan terhadap kehidupan manusia, tumbuh-tumbuhan atau binatang maupun benda, atau tanpa alasan jelas sudah dapat mempengaruhi kelestarian organisme maupun benda.

C. Sumber-Sumber Pencemaran Udara

Sumber pencemaran udara dapat berasal dari berbagai kegiatan antara lain industri, transportasi, perkantoran, dan perumahan. Berbagai kegiatan tersebut merupakan kontribusi terbesar dari pencemar udara yang dibuang ke udara bebas. Polusi udara akibat emisi kendaraan bermotor sudah mencapai tahap yang mengkhawatirkan. Pertambahan jumlah kendaraan bermotor di Indonesia

didominasi oleh kendaraan roda dua, mobil penumpang, serta mobil barang (Abubakar dalam Yunita, 2017).

Sumber pencemaran udara juga dapat disebabkan oleh berbagai kegiatan alam, seperti kebakaran hutan, gunung meletus, dan gas alam beracun. Dampak dari pencemaran udara tersebut adalah penurunan kualitas udara, sehingga akan mengganggu kesehatan manusia. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999, terdapat delapan parameter pencemar udara yaitu, debu, NH₃, Pb, CO, SO₂, hidrokarbon, NO_x, dan H₂S. Parameter tersebut secara bersamaan maupun sendiri-sendiri memiliki potensi bahaya bagi lingkungan yaitu kesehatan masyarakat, hewan, tanaman maupun bagi material (benda) seperti bangunan, logam dan lain-lain (Yunita, 2017).

Fardiaz dalam Hakim (2017) menyatakan bahwa sumber pencemaran udara yang utama berasal dari transportasi terutama kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar yang mengandung bahan pencemar, 60% dari bahan pencemar yang dihasilkan terdiri dari karbon monoksida dan sekitar 15% terdiri dari hidrokarbon. Sumber-sumber pencemaran lainnya berasal dari pembakaran, proses industri, pembuangan limbah dan lain-lain. Pencemaran udara di Indonesia, terutama di kota-kota besar, disebabkan gas buang kendaraan bermotor (60-70%); industri (10-15%); dan sisanya berasal dari rumah tangga, pembakaran sampah, kebakaran hutan atau ladang, dan lain-lain.

Komponen pencemaran udara yang bersumber dari kegiatan transportasi di Indonesia yang paling banyak berpengaruh sebagai pencemar udara adalah karbon monoksida (CO) sebesar 70,50%, nitrogen oksida (NO_x) sebesar 8,89%, Hidrokarbon (HC) sebesar 18,34%, sulfur oksida (SO_x) sebesar 0,88%, dan partikel sebesar 1,33% (Nugrahani dalam Hakim, 2017).

D. Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor

Aktivitas transportasi khususnya kendaraan bermotor merupakan sumber utama pencemaran udara di daerah perkotaan. Menurut Soedomo,dkk, 1990, transportasi darat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap setengah dari total emisi SPM₁₀, untuk sebagian besar timbal, CO, HC, dan NO_x didaerah perkotaan,

dengan konsentrasi utama terdapat di daerah lalu lintas yang padat, dimana tingkat pencemaran udara sudah dan/atau hampir melampaui standar kualitas udara ambient. (Kusminingrum. 2008)

Sejalan dengan itu pertumbuhan pada sektor transportasi, yang diproyeksikan sekitar 6% sampai 8% per tahun, pada kenyataannya tahun 1999 pertumbuhan jumlah kendaraan di kota besar hampir mencapai 15% per tahun. Dengan menggunakan proyeksi 6-8% maka penggunaan bahan bakar di Indonesia

diperkirakan sebesar 2,1 kali konsumsi tahun 1990 pada tahun 1998, sebesar 4,6 kali pada tahun 2008 dan 9,0 kali pada tahun 2018 (World Bank, 1993 cit KLH, 1997).

Pada tahun 2020 setengah dari jumlah penduduk Indonesia akan menghadapi permasalahan pencemaran udara perkotaan, yang didominasi oleh emisi dari kendaraan bermotor.

1. Faktor Emisi Gas Buang

Ada tujuh faktor yang akan ditinjau yaitu:

a. Jumlah Kendaraan

Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor yang signifikan mengakibatkan kebutuhan akan pemakaian bahan bakar minyak (BBM) juga semakin meningkat khususnya bahan bakar solar dan bensin. Penggunaan bahan bakar yang banyak tentunya akan menyebabkan emisi gas buang yang banyak pula. Meskipun perkembangan teknologi terbaru secara signifikan dapat mengurangi jumlah emisi, namun tingkat kenaikan dari jumlah kendaraan bermotor yang cukup tinggi dan jauhnya jarak perjalanan membuat hal tersebut tidak berguna lagi. Peningkatan jumlah kendaraan sebanding dengan peningkatan jumlah emisi yang dihasilkan.

b. Umur Kendaraan

Pembatasan usia kendaraan akan menekan tingkat kemacetan lalu lintas dan akan mengurangi emisi gas buang. Terjadinya kemacetan lalu lintas akan memperbesar emisi gas CO karena terjadi pembakaran yang tidak sempurna, hingga hampir 6 kali bila lalu lintas tidak mengalami

kemacetan. Umur mesin berpengaruh terhadap konsentrasi emisi CO yang dihasilkan sepeda motor. Semakin tua umur mesin sepeda motor maka konsentrasi emisi CO yang dihasilkan semakin besar. Hal ini disebabkan oleh komponen – komponen mesin (yang berperan penting dalam proses pembakaran) telah banyak mengalami proses keausan selain itu, banyak kotoran – kotoran yang menempel di saringan udara.

c. Kecepatan Kendaraan

Emisi gas buang kendaraan dan kebisingan berkaitan erat dengan arus lalu lintas dan kecepatan. Pada arus lalu lintas yang konstan emisi ini berkurang dengan pengurangan kecepatan selama jalan tidak mengalami kemacetan. Jika arus lalu-lintas mendekati kapasitas (derajat kejenuhan $> 0,8$), kondisi turbulen “berhenti dan berjalan” yang disebabkan kemacetan terjadi dan menyebabkan kenaikan emisi gas buang dan kebisingan jika dibandingkan dengan kondisi lalu-lintas yang stabil. Alinyemen jalan yang tidak diinginkan seperti tikungan tajam dan kelandaian curam menaikkan kebisingan dan emisi gas buang.

d. Perawatan Kendaraan

Kadar gas berbahaya CO dan NO_x pada gas buang kendaraan bermotor bisa ditekan sekecil mungkin dengan perawatan yang baik terhadap mesin kendaraan tersebut. Namun demikian tidak semua pemilik kendaraan bermotor memiliki kesadaran yang tinggi, disamping enggan untuk mengeluarkan biaya perawatan yang mahal. Karburator yang tidak terawat, tidak dapat mencampur bahan bakar dengan udara dengan baik, sehingga pembakaran yang terjadi tidak sempurna. Perawatan yang dilakukan terhadap mesin kendaraan berpengaruh terhadap emisi yang dihasilkan. Semakin rutin sepeda motor melakukan servis maka emisi CO, HC, dan NO_x yang dihasilkan semakin kecil. Kendaraan tahun rendah (kendaraan tua) sebagian besar mencemari lingkungan artinya emisi gas buang yang dihasilkan sudah melebihi ambang batas yang ditetapkan, meskipun demikian ada juga kendaraan bertahun rendah yang ramah lingkungan. Tetapi, bukan berarti kendaraan yang bertahun tinggi

(kendaraan baru) tidak mencemari lingkungan. Hal ini bisa terjadi karena pemakaian yang berlebihan sehingga perawatan terhadap kendaraan bermotorpun kurang diperhatikan dan tidak dilakukan perawatan secara teratur. Dengan demikian perawatan kendaraan ikut menentukan besarnya emisi gas buang kendaraan.

e. Kapasitas Mesin

Kapasitas mesin kendaraan mempengaruhi konsumsi bahan bakar, semakin besar kapasitas mesin, semakin besar pula bahan bakar yang dibutuhkan oleh kendaraan tersebut. Perbedaan kapasitas silinder mempengaruhi konsentrasi emisi gas buangnya. Mesin kendaraan dengan kapasitas silinder lebih besar akan mengeluarkan zat pencemar yang lebih besar.

f. Jumlah Bahan Bakar

Sektor transportasi memiliki ketergantungan yang tinggi terhadap sumber energi. Hampir sebagian besar produk kendaraan bermotor yang digunakan dalam sektor transportasi menggunakan bahan bakar minyak (BBM) sebagai sumber energi. Pola berkendara dengan besarnya frekuensi jalan-berhenti yang umumnya terjadi di persimpangan, membutuhkan bahan bakar semakin besar bila dibandingkan dengan pola berkendara yang berjalan dengan kecepatan konstan untuk semua jenis motor, baik berbahan bakar bensin maupun diesel.

g. Jenis Bahan Bakar

Dalam pelaksanaan penelitian ini, jenis kendaraan yang digunakan terbagi dua, yaitu kendaraan yang menggunakan bahan bakar bensin dan yang menggunakan bahan bakar solar. Jenis bahan bakar pencemar yang dikeluarkan oleh mesin dengan bahan bakar bensin maupun bahan bakar solar sebenarnya sama saja, hanya berbeda proporsinya karena perbedaan cara operasi mesin.

2. Polutan hasil gas buang kendaraan

Emisi gas buang merupakan polutan yang mengotori udara yang dihasilkan oleh gas buang kendaraan. Gas buang kendaraan yang dimaksud disini adalah gas sisa proses pembakaran yang dibuang ke udara bebas melalui saluran buang kendaraan. Terdapat emisi pokok yang dihasilkan kendaraan.

a. Hidro karbon (HC)

Senyawa Hidro karbon (HC), terjadi karena bahan bakar belum terbakar tetapi sudah terbang bersama gas buang akibat pembakaran kurang sempurna dan penguapan bahan bakar. Senyawa hidro karbon (HC) dibedakan menjadi dua yaitu bahan bakar yang tidak terbakar sehingga keluar menjadi gas mentah, serta bahan bakar yang terpecah karena reaksi panas berubah menjadi gugusan HC lain yang keluar bersama gas buang. Senyawa HC akan berdampak terasa pedih di mata, mengakibatkan tenggorokan sakit, penyakit paru-paru dan kanker.

b. Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida (CO), tercipta dari bahan bakar yang terbakar sebagian akibat pembakaran yang tidak sempurna ataupun karena campuran bahan bakar dan udara yang terlalu kaya (kurangnya udara). CO yang dikeluarkan dari sisa hasil pembakaran banyak dipengaruhi oleh perbandingan campuran bahan bakar dan udara yang dihisap oleh mesin, untuk mengurangi CO perbandingan campuran ini harus dibuat kurus, tetapi cara ini mempunyai efek samping yang lain, yaitu NO_x akan lebih mudah timbul dan tenaga yang dihasilkan mesin akan berkurang. CO sangat berbahaya karena tidak berwarna maupun berbau, mengakibatkan pusing, mual.

c. Nitrogen Oksida (NO_x)

Nitrogen Oksida (NO_x), merupakan emisi gas buang yang dihasilkan akibat suhu kerja yang tinggi. Udara yang digunakan untuk pembakaran sebenarnya mengandung unsur Nitrogen 80%.

Senyawa HC, CO, dan NO_x merupakan gas beracun yang terdapat dalam gas bekas kendaraan, sedangkan gas bekas kendaraan sendiri umumnya terdiri dari gas yang tidak beracun seperti N₂ (Nitrogen), CO₂ (gas karbon) dan H₂O (uap air). Komposisi dari gas buang kendaraan bermotor dengan bahan bakar bensin

adalah 72% N₂, 18,1% CO₂, 8,2% H₂O, 1,2% Gas Argon (gas mulia), 1,1% O₂, dan 1,1% gas beracun yang terdiri dari 0,13% NO_x, 0,09% HC, dan 0,9% CO. Gas buang yang beracun merupakan sebagian kecil dari volume gas bekas kendaraan bermotor yang menyebabkan polusi udara.

E. Klasifikasi Jalan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori dan jalan kabel.

Berdasarkan Undang – Undang No. 38 tahun 2004 mengenai jalan, maka jalan dapat diklasifikasikan menjadi 3 klasifikasi jalan, yaitu :

1. Klasifikasi jalan menurut peran dan fungsi
 - a. Jalan arteri, merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk (akses) dibatasi secara berdaya guna.
 - b. Jalan kolektor, merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
 - c. Jalan lokal, merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
 - d. Jalan lingkungan, merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.
2. Klasifikasi jalan menurut wewenang
 - a. Jalan nasional, merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antaribukota provinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.

- b. Jalan provinsi, merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, atau antaribukota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi.
 - c. Jalan kabupaten, merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang tidak termasuk jalan yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antaribukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antarpusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten.
 - d. Jalan kota, merupakan jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antarpusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antarpersil, serta menghubungkan antarpusat permukiman yang berada di dalam kota.
 - e. Jalan desa, merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antarpermukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.
3. Klasifikasi jalan berdasarkan muatan sumbu.
- a. Jalan Kelas I, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2,5 meter, ukuran panjang tidak melebihi 18 meter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan lebih besar dari 10 ton, yang saat ini masih belum digunakan di Indonesia, namun sudah mulai dikembangkan diberbagai negara maju seperti di Prancis telah mencapai muatan sumbu terberat sebesar 13 ton.
 - b. Jalan Kelas II, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2,5 meter, ukuran panjang tidak melebihi 18 meter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 10 ton, jalan kelas ini merupakan jalan yang sesuai untuk angkutan peti kemas

- c. Jalan Kelas III A, yaitu jalan arteri atau kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2,5 meter, ukuran panjang tidak melebihi 18 meter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 8 ton.
- d. Jalan Kelas III B, yaitu jalan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2,5 meter, ukuran panjang tidak melebihi 12 meter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 8 ton.
- e. Jalan Kelas III C, yaitu jalan lokal dan jalan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2,1 meter, ukuran panjang tidak melebihi 9 meter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 8 ton.

4. Karakteristik jalan menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, jalan perkotaan merupakan segmen jalan yang mempunyai perkembangan secara permanen dan menerus sepanjang seluruh atau hampir seluruh jalan, minimum pada satu sisi jalan, apakah berupa perkembangan lahan atau bukan. Termasuk jalan di atau dekat pusat perkotaan dengan penduduk lebih dari 100.000, maupun jalan di daerah perkotaan dengan penduduk kurang dari 100.000 dengan perkembangan samping jalan yang permanen dan menerus.

1. Tipe Jalan Perkotaan

Tipe jalan pada jalan perkotaan adalah sebagai berikut ini. :

- Jalan dua lajur dua arah (2/2 UD).
- Jalan empat lajur dua arah.
 - ~ Tak terbagi (tanpa median) (4/2 UD).
 - ~ Terbagi (dengan median) (4/2 D).
- Jalan enam lajur dua arah terbagi (6/2 D).
- Jalan satu arah (1-3/1).

Menurut Highway Capacity Manual (HCM) 1994, jalan perkotaan dan jalan luar kota adalah jalan bersinyal yang menyediakan pelayanan lalu lintas

sebagai fungsi utama, dan juga menyediakan akses untuk memindahkan barang sebagai fungsi pelengkap.

2. Ruas Jalan

Ruas Jalan merupakan semua bagian dari jalur gerak (termasuk perkerasan), median, dan pemisah luar.

3. Segmen jalan

Segmen Jalan Segmen jalan didefinisikan sebagai panjang jalan di antara dan tidak dipengaruhi oleh simpang bersinyal atau simpang tak bersinyal utama, dan mempunyai karakteristik yang hampir sama sepanjang jalan (MKJI 1997).

F. Jenis - jenis Kendaraan

Jenis – Jenis Kendaraan Menurut Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (TPGJAK) jenis – jenis kendaraan terbagi menjadi 5 jenis, yaitu :

1. Kendaraan Ringan/Kecil (LV)

Kendaraan ringan / kecil adalah kendaraan bermotor ber as dua dengan empat roda dan jarak as 2,0 – 3,0 m (meliputi : mobil penumpang, oplet, mikro bus, pick up, dan truk kecil sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

2. Kendaraan Sedang (MHV)

Kendaraan bermotor dengan dua gandar, dengan jarak 3,5 – 5,0 m (termasuk bus kecil, truk dua as dengan enam roda, sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

3. Kendaraan Berat/Besar (LB-LT)

a. Bus Besar (LB) Bus dengan dua atau tiga gandar dengan jarak as 5,0 – 6,0 m.

b. Truk Besar (LT) 14 Truk tiga gandar dan truk kombinasi tiga, jarak gandar (gandar pertama ke kedua) < 3,5 m (sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

4. Sepeda Motor (MC)

Kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda (meliputi : sepeda motor dan kendaraan roda 3 sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

5. Kendaraan Tak Bermotor (UM) Kendaraan dengan roda yang digerakkan oleh orang atau

hewan (meliputi : sepeda, becak, kereta kuda, dan kereta dorong sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

G. Motor Vehicle Emission Simulator (MOVES)

MOVES memiliki kemampuan untuk menghitung emisi di tingkat skala proyek. Dengan fungsi ini, kemungkinan baru yang berkaitan dengan pemodelan dispersi telah dibuka dalam hal pemodelan aktivitas kendaraan bermotor. Dalam MOVES, pilihan yang berbeda tersedia untuk memprediksi emisi link-tingkat agregat, seperti menentukan hubungan kecepatan rata-rata menggunakan siklus drive default, menggunakan kedua-demi detik profil kecepatan (jadwal Link drive) untuk mewakili operasi kendaraan, dan mendefinisikan siklus drive yang disesuaikan menurut jenis kendaraan pribadi (operasi distribusi mode) (Fijita dkk. 2012).

Studi sensitivitas regional MOVES telah dilakukan oleh Pusat Sistem Transportasi Nasional Volpe di Federal Highway Administration (FHWA). Hal itu dilakukan pada skala regional dan county dan berfokus pada proses emisi berjalan untuk karbon monoksida (CO), oksida nitrogen (NO), partikel kurang dari 2.5 mikrometer ($PM_{2.5}$), dan senyawa organik yang mudah menguap (VOCs). Parameter yang dievaluasi adalah suhu, kelembaban, fraksi ramp, distribusi usia dan distribusi kecepatan rata-rata. Studi ini menunjukkan urutan dampak pada emisi kendaraan dengan menggunakan data aktual adalah distribusi kecepatan rata-rata, distribusi usia kendaraan dan fraksi ramp (Noel dan Wayson 2012)