

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS GAS KARBON MONOKSIDA (CO) DI RUAS JALAN AP  
PETTARANI KOTA MAKASSAR**

*Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Meraih Gelar Sarjana Teknik*

*Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik*

*Universitas Hasanuddin*



**WULANDARI RAMADHANI**

**D131181016**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**2022**



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI**  
**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 untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Judul : **Analisis Gas Karbon Monoksida (CO) di Ruas Jalan A.P. Pettarani Kota Makassar**

Disusun Oleh :

Nama : **Wulandari Ramadhani**                      **D131181016**

Telah diperiksa dan disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing

Gowa, 12 Januari 2023

Pembimbing I

Pembimbing II

**Prof. Dr.Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T.**  
NIP. 197309262000121002

**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 KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wulandari Ramadhani  
Nim : D131 18 1016  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Jenjang Studi : Strata 1 (S1)

Menyatakan bahwa karya tulis dengan judul:

*“Analisis Gas Karbon Monoksida (CO) Di Ruas Jalan AP Pettarani Kota Makassar”*

Adalah karya tulis saya sendiri dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar apapun dan dimanapun. Adapun semua informasi yang tertulis dalam karya tulis ini yang bersumber dari penulis lainnya telah dicantumkan sumber dan tahun penerbitannya. Jika terdapat pihak yang merasa terdapat kesamaan judul atau hasil yang diperoleh dengan karya tulis ini maka saya siap untuk dimintai pertanggungjawaban mengenai hal tersebut.

Makassar, 12 Desember 2022

Yang membuat pernyataan



**Wulandari Ramadhani**

D131 18 1016

## KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirohim, Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillah puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah Subhanallah Wata'ala atas berkah, rahmat dan kasih sayang-Nyalah penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan judul “ **Analisis Gas Karbon Monoksida (CO) di Ruas Jalan AP Pettarani Kota Makassar**”. Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat kelulusan di Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad Shallallahu Alaihi Wassalam (SAW) yang merupakan sebaik-baiknya pemimpin di muka bumi ini yang telah membawa kita dari zaman jahiliyah menuju zaman yang terang benderang akan ilmu pengetahuan seperti sekarang ini.

Selama proses penyusunan Tugas Akhir, penulis menyadari bahwa penulisan dalam Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna oleh karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang penulis dapatkan maka dengan kerendahan hati dan keikhlasan penulis memohon maaf atas segala kekurangan yang ada.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini tentunya tidak luput dari doa orangtua penulis maka tak lupa pula penulis ucapkan terimakasih paling tulus khususnya kepada Ayah penulis Heris yang setiap saat selalu mendoakan penulis dalam melakukan aktivitasnya, serta selalu memberikan *support* terbaik buat penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir dengan lancar. Ucapan terimakasih kepada ibu tercinta penulis Ratnawati merupakan sosok wanita tercantik yang jasa-jasanya tak akan pernah terbalaskan apapun, wanita yang selalu memberikan nasehat kepada penulis serta selalu mengingatkan akan kebaikan dan selalu mendoakan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini agar berjalan dengan lancar sampai mendapatkan gelas Sarjana Teknik. Terimakasih juga penulis ucapkan kepada ketiga saudara/saudari penulis Muhammad Ikram Herawan, Muhammad Fagil Akbar, dan Aura Rahmaniah yang selalu membantu serta mendukung saya dalam penyusunan skripsi khususnya kepada kakak tergantung saya yang telah meminjamkan laptopnya

sampai penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini, serta seluru keluarga besar penulis yang telah memberikan doa serta dukungan dalam penyelesaian Tugas Akhir.

Terselesainya Tugas Akhir ini tidak akan berhasil tanpa adanya bantuan dari pihak lain, maka izinkan penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir Jamaluddin Jompa, M.Sc, selaku Rektor Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Prof. Dr.Eng. Muhammad Isran Ramli, S.T., MT., IPM , selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin dan juga selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktunya dalam memberikan arahan serta bimbingan.
3. Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T., selaku Ketua Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin dan selaku Penguji I yang telah memberikan masukan serta saran terhadap Tugas Akhir ini.
4. Ibu Rasdiana Zakaria, S.T., M.T., selaku pembimbing II yang telah membimbing dengan sabar serta memberikan arahan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Ibu Zarah Arwieny Hanami, S.T., M.T., selaku Penguji II yang memberikan masukan serta memberikan arahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
6. Para Dosen Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah mendidik dan memberikan ilmu kepada penulis selama menempuh bangku kuliah.
7. Kepada Staf di Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala bantuannya khususnya kepada staf S1 Departemen Teknik Lingkungan Ibu Sumiati, ibu Utami dan Pak Olan.
8. Kepada Pak Muchtar selaku Laboran Laboratorium Kualitas Udara dan Kebisingan yang memberikan kepercayaan kepada penulis dalam peminjaman alat.

9. Pak Syarif selaku Laboran dan teman-teman asisten Laboratorium Kualitas Air yang telah memberikan izin dan membantu penulis dalam proses pembuatan larutan.
10. Kepada Kedua Sahabat saya Annisa Fitri Mustafa dan Nurkhafifah Rusni teman seperjuangan penulis selama kuliah, yang selalu kebersamai penulis dikala suka dan duka.
11. Teman-teman Transisi 2019 yang telah memberikan banyak pengalaman dunia kampus yang begitu indah.
12. Teman-teman KKN Gelombang 107 Gowa 4 yang telah memberikan banyak pengalaman baru serta kenangan yang tak terlupakan.
13. Teman-teman Tingki Wingki Arfiah, Pung Nisa, Tetewdikaw yang telah memberikan support, serta semangat dalam menyusun tugas akhir.
14. Kepada Saudariku Andi Dania Triska Fiyanda parnert Kerja Praktek di MRT Jakarta yang telah menemani serta sabar menghadapi si beban ini.
15. Kepada Firmal, Egber, Aiman, Imam, Arfian, Ikramul, Idrus, Rahma, Firman, Reynaldi, Ozop dan titi yang meluangkan waktunya untuk mememani saya di saat pengukuran di jalan.
16. Bestiee di Kosan Kompleks Agraria Arpiaaaahh dan Elizabethh , Makasih telah menemani malam-malam yang begitu seruh.
17. Kepada Bestie-bestiequu Itto, Sulfi, Fifa, Anci, Uci, Boy, Dahlan, Andi Tiwong, Danil, Pute, Icha, Rey, terima kasih canda dan tawanya di setiap pertemuan.
18. Dan kepada, rekan dan sahabat yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, penulis mengucapkan banyak terimakasih atas bantuan serta doa yang telah diberikan. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan taufik dan hidayah-Nyalah Kepada kita semua.

Gowa, 2022

Wulandari Ramadhani

D131181016

## ABSTRAK

WULANDARI RAMADHANI. *Analisis Gas Karbon Monoksida Pada Ruas Jalan AP Pettarani Kota Makassar* (Dibimbing oleh Muhammad Isran Ramli dan Rasdiana Zakaria).

Jalan AP Pettarani yang merupakan Jalan arteri yang ada di Kota Makassar yang memiliki tingkat aktivitas dan penduduk yang semakin hari semakin meningkat, begitupun dengan sektor transportasi yang semakin bertambah. Karbon Monoksida (CO) merupakan pencemaran udara yang bersumber dari kendaraan bermotor akibat pembakaran mesin yang tidak sempurna.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai konsentrasi Karbon Monoksida (CO) di ruas Jalan AP Pettarani Kota Makassar menggunakan alat *Impinger*, selain pengukuran konsentrasi CO dilakukan juga pengukuran volume kendaraan, pengukuran dengan faktor yang mempengaruhi konsentrasi CO di udara (tekanan udara, kelembaban, kecepatan angin, dan suhu) serta pembagian kuesioner terhadap persepsi keluhan gangguan kesehatan yang dialami Masyarakat sekitar Jalan AP Pettarani Kota Makassar.

Hasil analisis tingkat konsentrasi Karbon Monoksida (CO) di Ruas Jalan AP Pettarani Kota Makassar masih berada dibawah nilai ambang batas yang dipersyaratkan oleh Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang baku mutu udara ambien sebesar  $10000 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  dengan waktu pengukuran 1 jam. Dilakukan analisis menggunakan SPSS bahwa terdapat hubungan antara volume kendaraan dengan nilai konsentrasi CO yaitu 66,2% dan sisanya 33,8% dipengaruhi oleh faktor lain dan berdasarkan hasil analisis kuesioner terhadap persepsi keluhan gangguan kesehatan terhadap Masyarakat sekitar Ruas Jalan AP Pettarani Kota Makassar pada 6 titik lokasi penelitian yang menggunakan *skala likert* bahwa keluhan gangguan kesehatan masih dalam kategori/skala Rendah dimana dengan jawaban presentase pada titik R1 yaitu 29.2%, R2 yaitu 28.6%, R3 yaitu 26.4%, R4 yaitu 25.4%, R5 yaitu 23.8%, dan R6 yaitu 24.2%.

**Kata Kunci:** *Pencemaran Udara, Karbon Monoksida, Volume Kendaraan, Kuesioner Keluhan Gangguan Kesehatan.*

## **ABSTACT**

*WULANDARI RAMADHANI. Analysis of Carbon Monoxide Gas on the AP Pettarani Road, Makassar City (Supervised by Muhammad Isran Ramli and Rasdiana Zakaria).*

*AP Pettarani Road , which is an arterial road in Makassar City, has an increasing activity level and population, as well as the growing transportation sector. Carbon Monoxide (CO) is air pollution originating from motor vehicles due to incomplete engine combustion.*

*This study aims to determine the value of Carbon Monoxide (CO) concentration on the AP Pettarani Makassar City Road Section using the Impinger tool, in addition to measuring the CO concentration, vehicle volume measurements are also carried out, measurements with factors that affect the concentration of CO in the air (air pressure, humidity, wind speed, and temperature) as well as the distribution of questionnaires on the perception of health problems experienced by the community around Jalan AP Pettarani Makassar City.*

*The results of the analysis of the concentration level of Carbon Monoxide (CO) in Jalan AP Pettarani Makassar City are still below the threshold value required by Government Regulation No. 22 of 2021 concerning the ambient air quality standard of 10,000  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  with a measurement time of 1 hour. Analysis was carried out using SPSS that there was a relationship between vehicle volume and the CO concentration value of 66.2% and the remaining 33.8% was influenced by other factors and based on the results of a questionnaire analysis on perceptions of complaints of health problems to the community around Jalan AP Pettarani Makassar City on 6 the location point of the research using the Likert scale that complaints of health problems are still in the Low category/scale where the percentage answers at point R1 are 29.2%, R2 are 28.6%, R3 are 26.4%, R4 are 25.4%, R5 are 23.8%, and R6 that is 24.2%.*

**Keywords:** *Air Pollution, Carbon Monoxide, Vehicle Volume, Health Disorders Complaint Questionnaire.*

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>vii</b>
<i>ABSTRACT</i>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	4
E. Ruang Lingkup	5
F. Sistematika Penulisan	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>7</b>
A. Pencemaran Udara	7
B. Emisi Kendaraan Bermotor	10
C. Klasifikasi Jalan	13

D. Dispersi Polutan	14
E. Karbon Monoksida (CO)	16
F. Kuesioner	21
<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN</b>	<b>24</b>
A. Rancangan Penelitian	24
B. Waktu Penelitian	26
C. Lokasi Penelitian	26
D. Alat Penelitian	34
E. Metode Pengumpulan Data	36
F. Analisis Data	37
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>39</b>
A. Volume Lalu Lintas	39
B. Data Meteorologi	47
C. Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) Menggunakan <i>Impinger</i>	48
D. Kuesioner	56
E. Analisis Variabel	83
<b>BAB V PENUTUP</b>	<b>87</b>
A. Kesimpulan	87
B. Saran	87
<b>Lampiran</b>	<b>93</b>

Lampiran 1. <i>Layout</i> Titik Pengambilan Sampel CO	94
Lampiran 2. Rekapitulasi Data Volume Kendaraan	97
Lampiran 3. Rekapitulasi Data Meteorologi	98
Lampiran 4. Contoh Kuesioner Keluhan Gangguan Kesehatan	99
Lampiran 5. Diagram Hasil Kuesioner Keluhan Gangguan Kesehatan	100
Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian	120

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.</b> Nilai Faktor Emisi	13
<b>Tabel 2.</b> Sumber Pencemar Karbon Monoksida (CO)	18
<b>Tabel 3.</b> Pengaruh Konsentrasi COHb yang ada didalam darah terhadap kesehatan manusia	18
<b>Tabel 4.</b> Dampak Pemaparan Karbon Monoksida (CO) Terhadap Tubuh	19
<b>Tabel 5.</b> Baku Mutu Udara Ambien	20
<b>Tabel 6.</b> Skor Pertanyaan Kuesioner	38
<b>Tabel 7.</b> Data Rekapitulasi Meteorologi	47
<b>Tabel 8.</b> Data Karakteristik Responden Di Titik R1	57
<b>Tabel 9.</b> Data Karakteristik Responden Di Titik R2	58
<b>Tabel 10.</b> Data Karakteristik Responden Di Titik R3	60
<b>Tabel 11.</b> Data Karakteristik Responden Di Titik R4	62
<b>Tabel 12.</b> Data Karakteristik Responden Di Titik R5	63
<b>Tabel 13.</b> Data Karakteristik Responden Di Titik R6	64
<b>Tabel 14.</b> Total Keluhan Gangguan Kesehatan CO Di Ruas Jalan AP Pettarani	72
<b>Tabel 15.</b> Hasil Analisis Keluhan Gangguan Kesehatan R1	74
<b>Tabel 16.</b> Presentase Jawaban Keluhan Gangguan Kesehatan R1	75
<b>Tabel 17.</b> Hasil Analisis Keluhan Gangguan Kesehatan R2	75
<b>Tabel 18.</b> Presentase Jawaban Keluhan Gangguan Kesehatan R2	76

<b>Tabel 19.</b> Hasil Analisis Keluhan Gangguan Kesehatan R3	77
<b>Tabel 20.</b> Presentase Jawaban Keluhan Gangguan Kesehatan R3	78
<b>Tabel 21.</b> Hasil Analisis Keluhan Gangguan Kesehatan R4	78
<b>Tabel 22.</b> Presentase Jawaban Keluhan Gangguan Kesehatan R4	79
<b>Tabel 23.</b> Hasil Analisis Keluhan Gangguan Kesehatan R5	80
<b>Tabel 24.</b> Presentase Jawaban Keluhan Gangguan Kesehatan R5	81
<b>Tabel 25.</b> Hasil Analisis Keluhan Gangguan Kesehatan R6	81
<b>Tabel 26.</b> Presentase Jawaban Keluhan Gangguan Kesehatan R6	82
<b>Tabel 27.</b> Uji-T Data Konsentrasi CO pada Interval Pagi dan Siang	84
<b>Tabel 28.</b> Uji-T Data Konsentrasi CO pada Interval Siang dan Sore	85
<b>Tabel 29.</b> Uji-T Data Konsentrasi CO pada Interval Pagi dan Sore	85
<b>Tabel 30.</b> Hasil Analisis Data Volume Kendaraan dan Nilai Konsentrasi CO	86

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.</b> Bagan Alir Penelitian	25
<b>Gambar 2.</b> Titik Ruas Lokasi Penelitian Jalan AP Pettarani Kota Makassar	27
<b>Gambar 3.</b> Titik R1 Pada Ruas Jalan AP Pettarani Kota Makassar	28
<b>Gambar 4.</b> Titik R2 Pada Ruas Jalan AP Pettarani Kota Makassar	29
<b>Gambar 5.</b> Titik R3 Pada Ruas Jalan AP Pettarani Kota Makassar	30
<b>Gambar 6.</b> Titik R4 Pada Ruas Jalan AP Pettarani Kota Makassar	31
<b>Gambar 7.</b> Titik R5 Pada Ruas Jalan AP Pettarani Kota Makassar	32
<b>Gambar 8.</b> Titik R6 Pada Ruas Jalan AP Pettarani Kota Makassar	33
<b>Gambar 9.</b> Alat Penelitian Di Laboratorium	35
<b>Gambar 10.</b> Alat Penelitian Di Lapangan	36
<b>Gambar 11.</b> Volume Kendaraan Pada Titik R1	40
<b>Gambar 12.</b> Volume Kendaraan Pada Titik R2	41
<b>Gambar 13.</b> Volume Kendaraan Pada Titik R3	42
<b>Gambar 14.</b> Volume Kendaraan Pada Titik R4	43
<b>Gambar 15.</b> Volume Kendaraan Pada Titik R5	44
<b>Gambar 16.</b> Volume Kendaraan Pada Titik R6	45
<b>Gambar 17.</b> Rekapitulasi Volume Kendaraan Di Ruas Jalan AP Pettarani	46
<b>Gambar 18.</b> Konsentrasi CO Pada Titik R1	49

<b>Gambar 19.</b> Konsentrasi CO Pada Titik R2	50
<b>Gambar 20.</b> Konsentrasi CO Pada Titik R3	51
<b>Gambar 21.</b> Konsentrasi CO Pada Titik R4	52
<b>Gambar 22.</b> Konsentrasi CO Pada Titik R5	53
<b>Gambar 23.</b> Konsentrasi CO Pada Titik R6	54
<b>Gambar 24.</b> Nilai Konsentrasi CO Di 6 Titik Ruas Jalan AP Pettarani	55
<b>Gambar 25.</b> Kuesioner Karakteristik Pada Titik R1	57
<b>Gambar 26.</b> Kuesioner Karakteristik Pada Titik R2	58
<b>Gambar 27.</b> Kuesioner Karakteristik Pada Titik R3	60
<b>Gambar 28.</b> Kuesioner Karakteristik Pada Titik R4	61
<b>Gambar 29.</b> Kuesioner Karakteristik Pada Titik R5	63
<b>Gambar 30.</b> Kuesioner Karakteristik Pada Titik R6	64
<b>Gambar 31.</b> Keluhan Gangguan Kesehatan CO Pada Titik R1	66
<b>Gambar 32.</b> Keluhan Gangguan Kesehatan CO Pada Titik R2	67
<b>Gambar 33.</b> Keluhan Gangguan Kesehatan CO Pada Titik R3	68
<b>Gambar 34.</b> Keluhan Gangguan Kesehatan CO Pada Titik R4	70
<b>Gambar 35.</b> Keluhan Gangguan Kesehatan CO Pada Titik R5	71
<b>Gambar 36.</b> Keluhan Gangguan Kesehatan CO Pada Titik R6	72
<b>Gambar 37.</b> Normal P-Plot Data Volume Kendaraan dan Konsentrasi CO	83

## **BAB 1**

### **PEDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Kota Makassar sebagai gerbang Kawasan Indonesia Timur (KIT) yang merupakan ibukota Provinsi Sulawesi Selatan, dalam hal ini cenderung mengalami pertumbuhan yang sangat pesat di berbagai bidang termasuk pada sektor pertumbuhan penduduk yang mengakibatkan pembangunan pemukiman di Kota Makassar semakin hari semakin pesat, sehingga mengakibatkan kota Makassar menjadi salah satu daerah yang padat akan penduduk. Peningkatan jumlah penduduk di kota Makassar dimana secara tidak langsung turut meningkatkan polusi udara dikarenakan penggunaan kendaraan bermotor kian meningkat pesat seiring dengan adanya peningkatan perekonomian di Kota Makassar (Muchtar, 2018).

Di bidang transportasi, khususnya daerah perkotaan dimana kemajuan dapat kita lihat dengan semakin banyaknya jumlah kendaraan yang terus bertambah dari tahun ke tahun, maka tren pertumbuhan kendaraan bermotor saat ini telah berkembang pesat. Seiring dengan banyaknya masyarakat yang menggunakan kendaraan bermotor sebagai moda transportasi dalam berpergian, maka hal tersebut menambah permasalahan yang telah terjadi dalam bidang transportasi maupun lingkungan. Semakin banyaknya kuantitas dari kendaraan bermotor itu akan mengakibatkan kualitas dari udara ambien semakin menurun. Oleh sebab itu tren pertumbuhan kendaraan bermotor yang kian meningkat ini seharusnya sudah menjadi tanggung jawab setiap individu untuk lebih bijak dan peduli dalam menggunakan kendaraan bermotor, selain itu juga diperlukan peran serta dari instansi terkait seperti kementerian perindustrian dan perdagangan untuk dapat mendisiplinkan sekaligus memperketat kebijakan dalam produksi otomotifnya (Priyambodo, 2018 dalam Pratama 2021).

Emisi kendaraan bermotor termasuk penyumbang tertinggi pencemaran gas Karbon Monoksida (CO). Dari data presentase yang didapat pencemaran udara yang disebabkan oleh kendaraan bermotor yaitu 60%, pada proses industri yaitu 25%, pada rumah tangga 10% dan sampah yaitu 5%. Selain faktor yang diatas, ada pula faktor meteorologi yang bisa menyebabkan polusi di udara, yaitu suhu, kelembaban, dan kecepatan angin. Faktor meteorologi tersebut memiliki pengaruh yang signifikan terhadap pencemaran udara secara alami. Oleh karena itu, informasi dan data mengenai unsur meteorologi tersebut sangat dibutuhkan agar udara dan polutannya dapat dikendalikan. Akibat dari karakteristik dan bahaya dari Karbon Monoksida (CO) di khawatirkan masyarakat yang berada di jalan raya dan juga pekerja yang melakukan kegiatannya di jalan raya akan mudah terpapar oleh gas Karbon Monoksida (CO) (Situmorang, dkk, 2020). Menurut penelitian terdahulu Fransica Malau (2018) ada 4 pekerjaan yang paling tinggi risiko terkena yaitu petugas parkir dimana karena juru parkir memiliki nilai karakteristik resiko (RQ) paling tinggi yaitu 1,98, satpam yaitu 1,92, pedagang kaki lima yaitu 1,64 dan yang terakhir yaitu polisi lalu lintas yaitu 0,087.

Berdasarkan dari data Badan Pusat Statistik Kota Makassar jumlah kendaraan bermotor pada tahun 2021 sebanyak 1.740.793 unit. Peningkatan jumlah kendaraan akan mendorong tingkat polusi udara dimana salah satu polutan yang paling besar terbuang ke lingkungan adalah Karbon Monoksida (CO). Diantara polutan lain yang berasal dari sektor transportasi, Karbon Monoksida (CO) adalah salah satu yang paling berbahaya dari polutan lainnya. CO diklasifikasikan sebagai “polutan yang dapat menyerang sistem pernapasan” sub kelompok “asfiksia”, ialah merupakan polutan yang memiliki dampak atau efek pada sistem pernapasan. Jumlah polutan CO di udara, adalah 0,032% dari total seluruh polutan CO yang berasal dari pembakaran yang tidak sempurna. Meskipun terdapat konsentrasi CO yang lebih rendah ditemukan pada udara ambien, namun berbagai penelitian telah menemukan bahwa konsentrasi rendah tersebut berhubungan dengan peningkatan resiko morbiditas dan mortalitas kardiovaskular (Utama, 2019).

Karbon Monoksida (CO) memiliki ciri fisik, seperti tidak memiliki warna, memiliki bau, dan atom karbonnya berkovalen dengan oksigen. Gas Karbon

Monoksida (CO) merupakan gas yang bersifat racun (toksik). Keracunan gas Karbon Monoksida (CO) ini dapat kita ketahui dari gejala ringan seperti pusing, sakit kepala dan mual, maupun gangguan kesehatan lain yang diakibatkan dari gas CO yaitu Penyakit kardiovaskuler, karena gas CO yang masuk kedalam tubuh dapat mengurangi oksigen yang ada di jaringan tubuh. Kekurangan oksigen pada tubuh juga dapat menyebabkan gangguan pada sistem kardiovaskuler. Penyakit kardiovaskuler merupakan penyakit yang menyerang sistem peredaran darah manusia seperti jantung, pembuluh darah dan lain-lain (Situmorang, dkk, 2020).

Jalan AP Pettarani termasuk Jalan arteri yang ada di Kota Makassar yang memiliki tingkat aktivitas dan penduduk Kota Makassar yang semakin hari semakin meningkat. Hal ini terjadi karena adanya proses pemenuhan kebutuhan yang harus dilakukan setiap harinya. Ruas Jalan AP Pettarani mengalami kemacetan setiap hari pada jam tertentu, dimana adanya kemacetan ini dapat berpotensi menimbulkan penumpukan kendaraan yang dapat menyebabkan peningkatan pencemaran udara terutama pada konsentrasi Karbon Monoksida (CO) yang dihasilkan dari pembakaran yang tidak sempurna pada knalpot kendaraan bermotor. Maka berdasarkan uraian tersebut, diperlukan adanya penelitian mengenai **"Analisis Gas Karbon Monoksida (CO) di Ruas Jalan AP Pettarani kota Makassar"**.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan diantaranya sebagai berikut:

1. Bagaimana tingkat konsentrasi Karbon Monoksida (CO) di udara ambien di Ruas Jalan AP Pettarani Kota Makassar ?
2. Bagaimana hubungan Karbon Monoksida (CO) dengan volume kendaraan bermotor pada Ruas Jalan AP Pettarani Kota Makassar ?
3. Bagaimana persepsi gangguan kesehatan yang dialami Masyarakat sekitar Jalan AP Pettarani Kota Makassar?

### **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan yang akan diperoleh diantaranya:

1. Menganalisis tingkat konsentrasi Karbon Monoksida (CO) di udara ambien di Ruas Jalan AP Pettarani Kota Makassar.
2. Menganalisis hubungan Karbon Monoksida (CO) dengan volume kendaraan bermotor pada Ruas Jalan AP Pettarani Kota Makassar.
3. Menganalisis persepsi gangguan kesehatan yang dialami Masyarakat sekitar Jalan AP Pettarani Kota Makassar.

### **D. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Manfaat ilmiah

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai referensi untuk penelitian mengenai Analisis Gas Karbon Monoksida (CO) di ruas Jalan AP Pettarani kota Makassar.

#### 2. Manfaat bagi instansi

Hasil dari penelitian ini dapat menjadi sumber informasi dan masukan bagi mahasiswa khususnya yang mengambil konsentrasi pencemaran udara.

#### 3. Manfaat bagi masyarakat

Penelitian ini mampu memberi informasi sekaligus memperluas wawasan bagi masyarakat terkait dampak yang ditimbulkan dari pencemaran udara.

#### 4. Manfaat bagi penelitian

Peneliti mendapatkan banyak tambahan ilmu dan juga berkesempatan mengaplikasikan ilmu yang telah diperoleh selama menempuh studi dan syarat untuk menyelesaikan studi untuk mendapatkan gelar di Departemen Teknik Lingkungan.

## **E. Ruang Lingkup**

Pembatasan penelitian yang akan dilakukan meliputi:

1. Parameter pencemar yang digunakan dalam pemantauan adalah Karbon Monoksida (CO).
2. Penelitian berlokasi di Ruas Jalan AP Pettarani kota Makassar dengan jumlah titik penelitian sebanyak 6 titik.
3. Penelitian ini dilakukan selama 6 hari kerja dimulai pada Rabu 13 juli 2022- Rabu 20 Juli 2022, pada interval pagi, siang, sore di setiap 1 jam.
4. Data Meteorologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah data pada hari pengukuran.
5. Keluhan Gangguan kesehatan Masyarakat Sekitar ruas Jalan AP Pettarani Kota Makassar diketahui dari hasil pembagian kuesioner pada hari pengukuran.

## **F. Sistematika Penulisan**

Penulisan laporan penelitian tugas akhir ini terdiri atas beberapa bab dengan masing-masing pembahasan tersendiri. Sistematika penulisan yang digunakan adalah sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab I ini membahas mengenai pengantar dan apa yang melatarbelakangi penelitian ini dilakukan. Selain itu, terdapat rumusan masalah, tujuan, manfaat, dan ruang lingkup dari penelitian yang akan dilakukan serta terdapat juga sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab II ini diuraikan terkait hasil-hasil studi pustaka yang mendukung penelitian penting untuk dilakukan dan memuat landasan teoritis terkait penelitian ini.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Bab III ini memuat gambaran lokasi dan waktu dilakukannya penelitian, jenis data primer dan sekunder yang dibutuhkan serta alat bahan dan proses

pengambilan data dimulai dari tahap persiapan hingga analisis sampel yang dilakukan.

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

Bab IV ini memuat pembahasan atas hasil analisis yang telah diteliti secara langsung maupun yang menggunakan data sekunder. Hasil tersebut dijelaskan dengan mengaitkan antara satu variabel dengan variabel lainnya.

#### **BAB V KESIMPULAN**

Bab V ini memuat inti sari dari keseluruhan pembahasan hasil analisis yang tertuliskan pada sub-bab kesimpulan. Selain itu, bab terakhir ini terdiri atas saran yang diberikan kepada peneliti selanjutnya yang dimana tertarik pada penelitian tersebut agar kedepannya isu mengenai penelitian ini dapat terus berkembang dengan metode dan hasil yang lebih baik dan akurat lagi.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Pencemaran Udara**

##### **1. Pengertian Pencemaran Udara**

Dari berbagai kegiatan manusia, baik disengaja maupun tidak disengaja dapat menyebabkan pencemaran udara. Namun secara alamiah, sebenarnya alam termasuk udara yang mempunyai mekanisme pembersihan diri (*self purification*), dalam siklus hidrologi yang dapat membersihkan atmosfer. Alam ini menyediakan unsur-unsur dasar yang dapat digunakan untuk kehidupan mikroorganisme yang mampu menguraikan bahan pencemar dengan jumlah yang cukup dan juga berkelanjutan, namun dengan adanya penambahan bahan pencemaran udara oleh aktivitas manusia maka udara lagi tidak dapat membersihkan dirinya, sehingga bahan pencemar tersebut yang ada di udara dapat melebihi batas dan tidak mampu lagi memenuhi fungsi untuk mendukung kehidupan manusia dan lingkungan (Prabowo dan Muslim, 2018).

Menurut Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No. KEP-03 / MENKLH / II /1991 tentang pengendalian pencemaran udara. Pencemaran udara merupakan masuknya atau dimasukkannya zat, energi dan/atau komponen lain kedalam udara ambien terhadap kegiatan manusia sehingga mutu udara ambien turun sampai ke tingkat tertentu yang akan menyebabkan fungsi dari udara ambien tidak memenuhi.

##### **2. Sumber Pencemar Udara**

Sumber pencemar udara dapat bersifat alami dan buatan manusia. Diantaranya sumber pencemaran alami seperti kebakaran hutan, debu, spora tumbuhan letusan gunung dan dekomposisi biotik, sedangkan sumber pencemaran yang di sebabkan oleh buatan manusia seperti industri, transportasi, pembakaran sampah-sampah

hasil rumah tangga dan proses dekomposisi. Maka dari itu proses pencemaran udara yang di bakar dengan jumlah kecil dapat pula menyebabkan pencemaran lingkungan. Selain parameter pencemaran udara terdiri dari CO, NO, HC, Pb, SO dan ada juga zat bernama (*tetraethyl lead*) yang ditambahkan kedalam bensin yang kualitas rendah agar menaikkan bilangan oktan yang dapat menyebabkan pencemaran udara dari kegiatan transportasi (Romasyah, 2019).

Menurut PP RI No. 41 tahun 1999 tentang sumber pencemaran udara yang terdiri atas lima, yaitu :

- a. Sumber bergerak merupakan sumber emisi dapat bergerak atau tetap pada suatu tempat yang berasal dari kendaraan bermotor.
- b. Sumber bergerak spesifik merupakan serupa dengan sumber bergerak namun sumber ini berasal dari kereta api, kapal laut, pesawat terbang dan juga kendaraan berat lainnya.
- c. Sumber tidak bergerak merupakan sumber emisi yang tidak bergerak dan tetap pada suatu tempat.
- d. Sumber tidak bergerak Spesifik merupakan serupa dengan sumber tidak bergerak namun sumber ini berasal dari pembakaran sampah dan kebakaran hutan.
- e. Sumber gangguan merupakan sumber pencemar yang menggunakan media udara atau padat untuk penyebarannya, sumber tersebut berasal dari kebisingan, getaran, kebauan dan gangguan lainnya.

Menurut Suhedi (2005) dalam Amalia (2017), jenis sumber pencemar dibedakan menjadi 2 golongan berdasarkan proses yaitu :

- a. Emisi langsung : emisi yang keluar langsung dari aktifitas atau sumber dalam ruang terbatas yang telah ditetapkan. Contoh yaitu emisi CO dari kendaraan bermotor.
- b. Emisi tidak langsung : hasil dari aktifitas di dalam ruang batas yang sudah ditetapkan misalnya konsumsi gas terhadap kompor dan energi listrik pada rumah tangga.

### 3. Dampak Pencemaran Udara

Adapun dampak yang dihasilkan dari pencemaran udara ialah kerusakan lingkungan ekosistem, mengganggu kesehatan makhluk hidup, dan hujan asam. Udara yang tercemar akan mengganggu kesehatan manusia dan mengakibatkan timbulnya penyakit seperti paru-paru, jantung, infeksi saluran pernapasan, dan juga pemicu terjadinya kanker yang sangat berbahaya. Efek yang ditimbulkan terhadap lingkungan ekosistem yaitu rusaknya lingkungan ekosistem tempat tinggal dan berbagai macam makhluk hidup seperti pada kebakaran hutan yang merusak tumbuh-tumbuhan dan hewan. Namun hujan asam yang disebabkan oleh belerang (sulfur) yaitu polutan dalam bahan bakar fosil serta nitrogen di udara yang bereaksi antara oksigen membentuk Sulfur Dioksida dan Nitrogen Dioksida, polutan ini berasal dari knalpot kendaraan bermotor dan industri yang menggunakan bahan bakar minyak dan batu bara (Abidin dkk, 2019).

Adapun contoh dampak yang dihasilkan dari pencemaran udara yaitu :

- a. Atmosfer, seperti contoh adanya pengaruh global warming, keasaman air hujan, dan gangguan jarak pandang (visibility).
- b. Kegiatan ekonomi, seperti contoh meningkatnya biaya rehabilitasi dan pemeliharaan karena adanya kerusakan bahan olah industri.
- c. Kehidupan Vegetasi, seperti contoh perubahan morfologi dan pigmen, mempengaruhi produksi tanaman, dan lain-lainnya.
- d. Kehidupan Hewan, seperti contoh hewan yang keracunan terhadap bahan yang berbahaya dan dapat mempengaruhi seperti migrasi burung.
- e. Kesehatan Manusia, akibatnya efek yang timbul bergantung pada berapa lama seorang individu yang terpapar polusi dan kerentanan individu tersebut. Seperti contoh yang ditimbulkan yaitu mengalami vertigo, kejang mendadak, hilang kesadaran, mengaktifkan sel kanker dalam tubuh, dan bahkan dapat mengakibatkan kematian Muzayyid, (2015) dalam Wulandari (2021).

Dampak yang cukup besar terhadap resiko kesehatan disebabkan pada pencemaran udara. Berdasarkan hasil dari paparan polutan udara yang ada di udara

ambien yang meningkatkan angka ancaman terhadap penyakit morbiditas dan kardiovaskular yang ada di dunia. Resiko tinggi akibat polusi udara kian meningkatnya sensitivitas alergi akibat rhinitis alergi, adanya partikel-partikel atau gas beracun yang masuk ke dalam hidung yang bisa membuat alergi tertentu pada beberapa orang. Faktor meteorologi ini yang dapat mempengaruhi kadar dari polusi udara seperti suhu, sinar matahari dan kelembaban. Dengan adanya pengaruh faktor meteorologi tersebut dapat mempengaruhi konsentrasi serbuk sari pada emisi serta dapat memicu alergen untuk berkembang. Efek samping yang timbul akibat interaksi antara serbuk emisi dengan polusi udara jika terpapar oleh manusia adalah penyakit gangguan tidur, timbul penyakit asma dan gangguan saluran pernapasan lainnya. Paparan gas buang dan partikel ini pada kendaraan bermotor dimana dapat berpengaruh terhadap serbuk sari emisi yang jika dihirup oleh manusia dapat masuk hingga ke Bronkus dan mengakibatkan timbulnya penyakit asma Bousquet dkk, (2018) dalam Pratama (2021).

## **B. Emisi Kendaraan Bermotor**

### **1. Pengertian Emisi**

Berdasarkan PerMenLHK No.11 Tahun 2021 Emisi adalah pencemar udara yang dihasilkan dari kegiatan manusia yang masuk dan/atau dimasukkan ke dalam udara, mempunyai dan/atau tidak mempunyai potensi pencemaran udara. Emisi gas buang adalah sisa hasil pembakaran dari kendaraan beroda, perahu/kapal dan pesawat terbang. Emisi gas buang ini terjadi biasanya karena adanya pembakaran yang tidak sempurna dari sistem pembuangan dan pembakaran mesin serta lepasnya partikel-partikel akibat kurangnya tercukupi oksigen dalam proses pembakaran tersebut (Utami, dkk. 2014).

Emisi transportasi merupakan pancaran atau pelepasan gas buang yang telah diemisikan ke udara ambien berupa gas dari berbagai polutan dan partikel dimana gas buang ini yang berasal dari sektor transportasi (Aly, 2015).

## 2. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Emisi Gas Buang

Berdasarkan PermenLH N0.12 Tahun 2010 faktor emisi adalah nilai atau angka yang dapat mempresentasikan besaran dan kuantitas pencemar yang diemisikan ke atmosfer oleh suatu aktivitas. Angka yang berada pada faktor emisi berasal dari nilai rata-rata statistik dari jumlah massa pencemar yang diemisikan untuk setiap satuan aktivitas kegiatan. Faktor emisi kendaraan bermotor dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu:

- a. Karakteristik geografi
- b. Karakteristik bahan bakar
- c. Teknologi Kendaraan

Adapun Faktor yang menyebabkan dominannya pengaruh sektor transportasi terhadap pencemaran udara perkotaan di Indonesia yaitu :

- a. Adanya perkembangan jumlah kendaraan yang cepat (eksponensial)
- b. Kurangnya keseimbangan prasarana transportasi dengan jumlah kendaraan yang ada (misalnya jalan yang sempit).
- c. Pola lalu lintas perkotaan yang berorientasi memusat, diakibatkan kegiatan perekonomian dan perkantoran dipusat kota.
- d. Masalah turunan akibat pelaksanaan kebijakan pengembangan kota yang ada, misalkan daerah pemukiman penduduk yang semakin jauh dai pusat kota.
- e. Kesamaan waktu aliran lalu lintas.
- f. Jenis, umur dan karakteristik kendaraan bermotor.
- g. Faktor perawatan kendaraan dan jenis bahan bakar yang digunakan.
- h. Jenis permukaan jalan dan struktur pembangunan jalan.
- i. Siklus dan pola mengemudi (*driving pattern*) Tugaswati, (2007) dalam Muziansyah dkk, (2015).

### **3. Jenis jenis Kendaraan Bermotor**

Berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No.44 tahun 1993 tentang kendaraan dan pengemudi, dimana kendaraan bermotor merupakan kendaraan yang bergerak melalui peralatan teknik yang terdapat pada kendaraan tersebut. Menurut Peraturan Pemerintah RI No.55 Tahun 2012, yaitu :

- a. Sepeda Motor, merupakan kendaraan bermotor yang tanpa memiliki rumah-rumah atau kendaraan bermotor yang beroda dua. Pada kendaraan bermotor dua ini memiliki roda sebaris dengan kecepatan tinggi sepeda motor tetap tidak terbalik dan stabil disebabkan adanya gaya giroskopik, yaitu kecepatan rendah pada pengaturan berkelanjutan stangnya oleh pengendara dalam memberikan kestabilan.
- b. Mobil Penumpang, merupakan kendaraan bermotor yang memiliki kapasitas tempat duduk maksimal 8 orang.
- c. Mobil Bus, merupakan kendaraan bermotor yang memiliki kapasitas tempat duduk lebih dari 8 orang, yang terdiri dari penumpang dan pengemudi atau dengan kapasitas berat penumpang lebih dari 3.500 kg.
- d. Mobil barang, merupakan kendaraan bermotor yang dipergunakan sebagai angkutan barang.
- e. Kendaraan khusus, merupakan kendaraan yang diklasifikasikan dan dirancang khusus berdasarkan fungsi masing-masing rancangan. Diantaranya kendaraan khusus yaitu kendaraan bermotor Tentara Nasional Indonesia (TNI), Kepolisian Negara Republik Indonesia, dan alat berat lainnya seperti *bulldozer*, traktor, mesin gilas (*stoomwartz*), *forklift*, *loader*, *excavator*, *crame*, dan kendaraan bermotor yang dirancang khusus penyandang cacat (Mughtar, 2018).

### **4. Faktor Emisi Terhadap Kendaraan Bemotor**

Menurut PermenLH No. 12 Tahun 2010 tentang nilai faktor emisi yang digunakan adalah faktor emisi gas buang kendaraan untuk kota metropolitan dan kota besar di Indonesia yang ditetapkan berdasarkan kategori kendaraan. Nilai faktor emisi dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1.** Nilai Faktor Emisi

<b>Kategori untuk perhitungan beban pencemar udara</b>	<b>CO(g/km)</b>
Sepeda motor	14
Mobil (bensin)	40
Mobil (Solar)	2,8

Sumber :PermenLH No.12 Tahun 2010

### **C. Klasifikasi Jalan**

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia No. 38 Tahun 2004 Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya dimana diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, diatas permukaan tanah, dibawah permukaan tanah dan/atau air, serta diatas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel.

1. Klasifikasi jalan umum menurut fungsi atau peranannya dibagi menjadi empat yaitu ;
  - a. Jalan Arteri adalah jalan umum yang melayani angkutan umum dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna.
  - b. Jalan Kolektor adalah jalan umum yang melayani angkutan pengumpulan atau pembagi yang dilalui oleh pejalan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk yang dibatasi.
  - c. Jalan Lokal adalah jalan umum yang melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk yang tidak dibatasi.
  - d. Jalan Lingkungan adalah jalan umum yang melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.
2. Klasifikasi jalan umum menurut statusnya dibagi menjadi lima yaitu ;

- a. Jalan Nasional adalah jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi, dan jalan strategis provinsi.
- b. Jalan provinsi adalah jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antara ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten atau kota, atau antar ibukota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi.
- c. Jalan Kabupaten adalah jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibu kota 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 adalah 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 adalah jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau anatr permukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.

#### **D. Dispersi Polutan**

Sesudah polutan di emisikan ke dalam udara, selanjutnya atmosfer berperan dalam perpindahan, difusi, reaksi kimia dan pengangkutan polutan tersebut. Dalam atmosfer ada 4 proses yang selanjutnya di sebut dispersi. Dispersi polutan di atmosfer dipengaruhi terhadap kondisi fisik meteorologi setempat seperti stabilitas atmosfer, distribusi angin, radiasi surya, suhu udara, dan kelembaban udara serta dipengaruhi oleh gejala cuaca seperti presipitasi, stabilitas atmosfer. Apabila proses pendispersian polutan ini mengalami interaksi terhadap objek di bumi atau permukaan di bumi, maka proses pendispersian polutan dimainkan oleh topografi.

Menurut Supriyadi, E ( 2009) dalam Reskita (2020) adalah ketika empat polutan yaitu di emisikan ke dalam udara, atmosfer yang berperan dalam perpindahan, proses difusi, reaksi kimia dan pengangkutan polutan. Proses dispersi polutan di

atmosfer di pengaruhi oleh kondisi fisik meteorologi setempat seperti suhu dan stabilitas atmosfer, distribusi angin, radiasi cahaya matahari, kelembaban udara serta dipengaruhi terhadap gejala cuaca seperti presipitasi. Namun bila proses pendispersian polutan ini telah mengalami interaksi dengan objek di bumi atau permukaan bumi maka topografi dalam pendispersian polutan memainkan peranan yang sangat penting. Sehingga topografi wilayah setempat akan mempengaruhi keadaan kondisi meteorologi maka mempengaruhi pola pendispersian polutan yang akan terjadi. Emisi pencemar udara ini akan tersebar akibat kondisi meteorologi setempat terutama arah angin rata-rata dan fluktuasi kecepatan turbulen, dimana stabilitas atmosfer yang dinamis baik secara spasial atau temporal. Kondisi meteorologi setempat yang mempengaruhi proses dispersi polutan Menurut Rahmawati (1999) dalam Puspitasari (2011) diantaranya adalah :

### **1) Kecepatan dan Arah angin**

Faktor utama dalam persebaran zat pencemar adalah angin. Arah angin dapat digunakan dalam penentuan daerah penerima dispersi zat, sedangkan kecepatan angin yang digunakan untuk menentukan jangkauan lokasi penerima. Kecepatan angin pada suatu tempat yang lebih tinggi dekat pembuangan polutan udara dimana diketahui lebih cepat membawa polutan itu yang jauh dari sumbernya, namun jika polutan kecepatan angin yang rendah akan menyebabkan polutan yang berada di sekitar sumber pencemar akan berkonsentrasi dan berlangsung cukup lama pada daerah yang bersangkutan.

### **2) Suhu Udara dan Tutupan awan**

Dispersi zat pencemar pada suhu udara dan tutupan awan akan mempengaruhi stabilitas udara. Pada Gradien perubahan temperature udara sangatlah berpengaruh terhadap kestabilan atmosfer. Tipe atau bentuk polutan daerah penerima dimana berasal dari pengaruh dispersi stabilitas udara, namun beberapa kondisi atmosfer yang muncul yaitu kondisi tidak stabil, kondisi tidak stabil dan juga kondisi netral. Jika laju penurunan suhu yang ada di lingkungan lebih besar dibanding laju penurunan suhu udara kering yang sifatnya kostan. Dalam kondisi yang stabil laju penurunan suhu lingkungan lebih kecil dibanding dari laju penurunan suhu udara

kering, sehingga jika kondisi netral terjadi maka laju penurunan suhu lingkungan sama dengan laju penurunan suhu udara kering.

## **E. Karbon Monoksida (CO)**

### **1. Pengertian Karbon Monoksida (CO)**

Karbon Monoksida (CO) adalah komponen pencemar udara berupa senyawa gas yang tak terlihat, tidak berwarna, tidak berbau dan juga tidak berasa. Hasil pembakaran pada karbon zat arang dan bahan organik yang berasal dari industri maupun rumah tangga, yang mana proses pembakaran tersebut tidak sempurna dari Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) Aprilina, dkk (2016) dalam Wulandari, (2021). Bentuk gas dari Karbon Monoksida (CO) pada suhu ataupun titik didih yang tinggi dapat menggabungkan antara senyawa oksigen dan karbon hingga membentuk senyawa Karbon Monoksida (CO), dimana Karbon Monoksida (CO) merupakan hasil pembakaran yang tidak sempurna. Diantara contoh lain dari Karbon Monoksida (CO) berasal dari sumber antropogenik dimana menunjukkan angka 78,5%, hasil dari pembakaran fosil 55,3% dan hasil pembakaran bensin mesin otomotif. Menurut Ilmiawan, (2019) dalam Wulandari (2021) Karbon Monoksida (CO) yang bersifat racun dan berbahaya bagi kesehatan tubuh karena dapat membentuk pigmen dalam darah manusia. Menurut (Agustina, dkk, 2020) Gas Karbon Monoksida adalah gas yang sangat beracun, tidak berbau, tidak berwarna dan mudah terbakar. Gas Karbon Monoksida (CO) ini berasal dari sisa pembakaran kendaraan bermotor.

Karbon Monoksida (CO) merupakan suatu komponen yang tidak berwarna dan tidak berasa yang terdapat dalam bentuk gas dalam suhu diatas -192°C, komponen yang mempunyai berat sebesar 96,5% Fardiaz, (2008) dalam Muzayyid, (2014). Pada Karbon dan Oksigen dapat membentuk senyawa Karbon Monoksida (CO) sebagai hasil dari pembakaran yang kurang sempurna. Karbon Monoksida (CO) dimana senyawa yang tidak berbau, tidak berasa dan dengan suhu udara normal berbentuk gas tidak berwarna. Senyawa CO ini mempunyai potensi yang bersifat racun berbahaya karena mampu membentuk ikatan yang sangat kuat dengan pigmen darah yaitu pada haemoglobin (Muzayyid, 2014).

## **2. Sumber Karbon Monoksida (CO)**

Karbon Monoksida (CO) di lingkungan yang terbentuk secara alamiah, namun sumber utamanya berasal dari kegiatan manusia. Karbon Monoksida (CO ini berasal dari alam yaitu lautan, oksidasi metal di atmosfer, pegunungan, kebakaran hutan dan badai listrik alam. Sumber Karbon Monoksida (CO) buatan ini yaitu kendaraan bermotor, dimana konsentrasi tersebut sangat dipengaruhi oleh aktivitas kendaraan bermotor khusus penggunaan bahan bakar bensin. Namun separuh dari jumlah kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar bensin dimana kendaraan tersebut merupakan sumber utama pada polutan CO sekitar 59,2% Fardiaz, (2008) dalam Muzayyid, (2014). Kemudian untuk sepertiganya berasal dari sumber tidak bergerak seperti pada pembakaran batubara dan minyak dari industri dan pembakaran sampah domestik. Dalam perkotaan kadar CO sangat cukup bervariasi tergantung dari kepadatan kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar bensin dan umumnya dapat ditemukan kadar maksimum CO yang bersamaan dengan waktu sibuk pada jam pagi dan malam hari. Beberapa Individu juga dapat terpapar oleh CO akibat lingkungan kerjanya. Kelompok masyarakat juga paling terpajan oleh CO yang termasuk polisi lalu lintas atau tukang parkir, pekerja bengkel mobil, petugas industri logam, industri bahan bakar bensin, industri gas kimia dan juga pemadam kebakaran (Muzayyid, 2014).

Menurut KLH, (2013) dalam Karina (2019) Karbon Monoksida terbagi menjadi 2 yaitu, sumber alami dan sumber antropogenik, dimana secara alami CO dihasilkan dari aktivitas gunung berapi dan juga kebakaran hutan. Selain itu Karbon Monoksida (CO) menghasilkan produk sampingan aktivitas manusia, diantaranya kendaraan bermotor. Konsentrasi tertinggi yang ada dikota besar adalah CO di udara ambien dimana CO ini berasal dari kendaraan bermotor. Peningkatan emisi CO biasanya terjadi karena adanya kemacetan di jalan, juga hasil pembakaran kayu, proses pembakaran bahan bakar, dan pembakaran sampah serta aktivitas industri.

Berdasarkan hasil penelitian di negara-negara industri dimana sumber pencemar gas Karbon Monoksida (CO) yang terbesar berasal dari pemakaian bahan bakar fosil (minyak, batubara) pada mesin-mesin penggerak transportasi. Pembagian sumber pencemar Karbon Monoksida (CO) berikut pada tabel 2 yaitu:

**Tabel 2.** Sumber Pencemar Karbon Monoksida (CO)

No	Sumber Pencemar CO	Jumlah Presentasi (%)
1	Transportasi	63.8
2	Pembakaran Stasioner	1.9
3	Proses Industri	9.6
4	Pembuangan Limbah Padat	7.8
5	Lain-lain	16.9

*Sumber : Hadihardaja, (1997) dalam Karina (2019)*

### 3. Dampak Karbon Monoksida (CO) Terhadap Kesehatan

Menurut Soedomo, (2001) dalam Abdullah, (2018) Karbon Monoksida (CO) yang mempengaruhi kesehatan pada penderita penyakit jantung, keracunan darah dan terhadap tekanan fisiologikal. Karbon Monoksida juga menyebabkan penurunan dari daya tampung darah untuk oksigen Ginting (1995), dalam Abdullah (2018).

Karbon Monoksida dalam konsentrasi tinggi dapat juga menyebabkan gangguan kesehatan dan juga dapat menyebabkan kematian. Jika gas Karbon Monoksida terhisap oleh paru-paru akan mengikuti peredaran darah dan akan menghalangi masuknya oksigen (O<sub>2</sub>) yang diperlukan oleh tubuh, hal ini mungkin terjadi karena gas Karbon Monoksida (CO) bersifat metabolis, dimana bereaksi secara metabolis dengan darah menjadi karboksihemoglobin (COHb). Ikatan ini jauh lebih stabil dibanding dengan daran Oksihemoglobin. Dalam keadaan ini darah lebih mudah menangkap CO dan menyebabkan fungsi vital darah sebagai pengangkut oksigen terganggu Endro, (2017) dalam Abdullah, (2018). Berikut Pengaruh Konsentrasi COHb yang ada didalam darah terhadap kesehatan manusia dilihat pada tabel 3 dibawah ini.

**Tabel 3.** Pengaruh Konsentrasi COHb yang ada didalam darah terhadap kesehatan manusia

Konsentrasi COHb dalam darah (%)	Pengaruhnya terhadap kesehatan
<1,0	Tidak ada pengaruh
1,0-2,0	Penampilan agak tidak normal

<b>Konsentrasi COHb dalam darah (%)</b>	<b>Pengaruhnya terhadap kesehatan</b>
2,0-5,0	Pengaruh terhadap sistem syaraf sentral, reaksi panca indra tidak normal, dan benda terlihat kabur
>5,0	Perubahan fungsi jantung dan pulmonari
10,0-80,0	Kepala pening, mual, berkunang-kunang, pingsan, kesukaran bernapas dan kematian.

*Sumber : Endro, (2017) dalam Abdullah (2018).*

Bahaya dari menghirup gas Karbon Monoksida (CO) oleh manusia karena akan mengikat oksigen yang berkaitan dengan hemoglobin terhadap darah. Jika tubuh kekurangan oksigen maka dapat menyebabkan sesak nafas dan menyebabkan pula kematian Arfiyanti, (2013) dalam Agustina, (2020). Tingginya konsentrasi Karbon Monoksida (CO) yang dihirup oleh manusia maka semakin tinggi pula resiko yang diterima oleh manusia tersebut Damara, dkk (2017) dalam Agustina dkk, (2020). Berikut dampak pemaparan Karbon Monoksida (CO) Terhadap tubuh pada tabel 4.

**Tabel 4.** Dampak Pemaparan Karbon Monoksida (CO) Terhadap Tubuh

<b>Kadar CO</b>	<b>Waktu Kontak</b>	<b>Dampak Terhadap Tubuh</b>
≤ 100 ppm	Sebentar	Dianggap aman
± 30 ppm	8 jam	Pusing dan mual
± 1000 ppm	1 jam	Pusing dan kulit berubah kemerah-merahan
± 1300 ppm	1 jam	Kulit jadi merah tua dan rasa pusing yang hebat
> 1300 ppm	1 jam	Kematian

*Sumber : Wardhana, (2004) dalam Karina (2019)*

Menurut Fardiaz, (2008) dalam Anjarsari, (2019) bahwa pemberian Karbon Monoksida (CO) selama 1 sampai 3 minggu pada konsentrasi sampai dengan 100

ppm yang tidak memberi pengaruh yang nyata terhadap tanaman-tanaman tingkat tinggi. Namun kemampuan terhadap fiksasi nitrogen oleh bakteri bebas akan terhambat dengan pemberian Karbon Monoksida (CO) selama 35 jam pada konsentrasi 2000 ppm, sedangkan untuk kemampuan fiksasi nitrogen oleh bakteri yang terdapat pada akar tanaman dapat terhambat dengan pemberian Karbon Monoksida (CO) sebesar 100 ppm selama satu bulan.

#### 4. Perhitungan Konsentrasi Gas Karbon Monoksida (CO)

Menurut Gunawan, dkk (2015) Perhitungan konsentrasi gas CO dilakukan dengan cara mengkonversi nilai absorbansi yang di peroleh dari analisis laboratorium menjadi satuan  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  dengan menggunakan persamaan 1 untuk setiap sampel yaitu :

$$C = \frac{[xx \text{ Vol.Larutan Akhir (L)} \times \text{Suhu (K)} \times 760 \text{ mmHg} \times \text{Berat Molekul} \left(\frac{\text{gr}}{\text{mol}}\right) \times 10^6}{\text{debit} \left(\frac{\text{L}}{\text{menit}}\right) \times \text{Waktu Sampling (60 menit)} \times P(\text{mmHg}) \times 298 \text{ K} \times 24,45 \left(\frac{\text{L}}{\text{mol}}\right)} \text{ Persamaan 1}$$

Dimana : x adalah konsentrasi absorban berdasarkan regresi linier.

#### 5. Baku Mutu Karbon Monoksida (CO)

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021, baku mutu udara ambien ialah nilai pencemar udara yang ditenggang keberadaannya terhadap Udara ambien. Menurut lampiran VII PP 22 Tahun 2021 tentang baku mutu udara ambien pada tabel 5 yaitu :

**Tabel 5.** Baku Mutu Udara Ambien

No	Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	Sistem Pengukuran
1	Sulfur Dioksida (SO <sub>2</sub> )	1 jam	150 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	Aktif Kontinu
		24 jam	75 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	Aktif Manual
		1 tahun	45 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	Aktif Kontinu
2	<b>Karbon Monoksida (CO)</b>	<b>1 jam</b>	<b>10000 <math>\mu\text{g}/\text{Nm}^3</math></b>	<b>Aktif Kontinu</b>

No	Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	Sistem Pengukuran
		8 jam	4000 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	Aktif Kontinu
3	Nitrogen Dioksida (NO <sub>2</sub> )	1 jam	200 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	Aktif Kontinu
				Aktif Manual
		24 jam	65 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	Aktif Kontinu
		1 tahun	50 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	Aktif Kontinu
4	Oksidan Fotokimia (Ox) sebagai Ozon (O <sub>3</sub> )	1 jam	150 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	Aktif Kontinu
				Aktif Manual
		8 jam	100 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	Aktif Kontinu
		1 tahun	35 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	Aktif Kontinu
5	Hidrokarbon Non Metana (NMHC)	3 jam	160 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	Aktif Kontinu
6	Partikulat debu < 10 $\mu\text{m}$ (TSP)	24 jam	230 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Aktif Manual
	Partikulat debu < 1 $\mu\text{m}$ (PM 10)	24 jam	75 / $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	Aktif Kontinu
		1 tahun	40 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	Aktif Kontinu
	Partikulat debu < 2,5 $\mu\text{m}$ (PM 2,5)	24 jam	55 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	Aktif Kontinu
				Aktif Manual
		1 tahun	15 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	Aktif Kontinu

Sumber : Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021

## F. Kuesioner

### 1. Populasi dan Sampel

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas obyek atau subyek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya. Jadi populasi bukan hanya manusia, tetapi juga obyek dan benda-benda alam yang lain. Sampel adalah bagian

dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi. Sampel yaitu sejumlah individu yang dipilih dari populasi dan merupakan bagian yang mewakili keseluruhan anggota populasi. Sampel yang baik memiliki sifat representatif terhadap populasi. Suatu sampel yang tidak representatif terhadap setiap anggota populasi, berapa pun ukuran sampel itu, tidak dapat digeneralisasi terhadap populasi.

## 2. Teknik Pengambilan Sampel

Teknik *sampling* adalah suatu cara atau teknik yang dipergunakan untuk menentukan sampel penelitian. Teknik *sampling* dalam penelitian secara garis besar dibedakan menjadi 2 (dua) yaitu teknik dengan *probability sampling* dan teknik dengan *non probability sampling* (Sugiyono, 2017).

- a) Teknik *Probability Sampling*, teknik ini sering disebut dengan random sampling, yaitu pengambilan sampel penelitian secara random. Teknik *sampling* ini cocok dipilih untuk populasi yang bersifat finit, artinya besaran anggota populasi dapat ditentukan lebih dahulu. Pada teknik *sampling* ini, penentuan sampel penelitian dengan memberikan kemungkinan (*probability*) yang sama pada setiap anggota populasi untuk menjadi sampel terpilih. Dengan demikian pada teknik *sampling* ini alat analisis statistik dapat dipergunakan untuk membantu penentuan sampel terpilih. Teknik *probability sampling* ini ada beberapa model yaitu : simple random sampling (acak sederhana maupun bilangan random); sistematis random sampling; stratified random *sampling* dan cluster random *sampling*.
- b) Teknik *Non-Probability Sampling*, teknik ini juga disebut dengan teknik non random *sampling*, yaitu pengambilan sampel penelitian secara tidak random. Teknik *sampling* ini cocok dipilih untuk populasi yang bersifat infinit, artinya besaran anggota populasi belum atau tidak dapat ditentukan lebih dahulu. Pada teknik *sampling* ini, penentuan sampel penelitian tanpa (kurang) atau tidak memberikan kemungkinan (*probability*) yang sama pada setiap anggota populasi untuk menjadi sampel terpilih. Dengan demikian pada teknik *sampling*

ini seharusnya alat analisis statistik tidak dapat dipergunakan atau tidak diperlukan untuk membantu penentuan sampel terpilih.

### 3. *Skala Likert*

Skala yang digunakan untuk mengukur sikap, pendapat, dan persepsi seseorang atau sekelompok orang tentang fenomena sosial. Dengan menggunakan *skala likert*, maka variabel-variabel penelitian yang akan diukur dijabarkan kembali menjadi indikator variabel. Kemudian indikator tersebut dijadikan sebagai titik tolak untuk menyusun instrumen-instrumen yang dapat berupa pernyataan atau pertanyaan dalam kuesioner penelitian (Sugiyono, 2017).

Kemudian (Hair, et al. 2014), berpendapat ketika *skala likert* bersifat *symetric* (memiliki tengah) dan *equidistance* (jarak antar nilai tengah sama) maka *skala likert* tersebut dapat dinyatakan kuesioner dalam penelitian ini berskala interval. Selanjutnya jawaban skor terendah diberi nilai 1 dan jawaban skor tertinggi diberi nilai 5.