

TA/TL/2020/1256

TUGAS AKHIR

**ANALISIS RISIKO DAMPAK PAJANAN KARBON MONOKSIDA (CO)
DI KOTA YOGYAKARTA**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan**



AFAN TAUFIQ FATUROHMAN

16513080

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2020

TUGAS AKHIR

**ANALISIS RISIKO DAMPAK PAJANAN KARBON MONOKSIDA (CO)
DI KOTA YOGYAKARTA**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan**



AFAN TAUFIQ FATUROHMAN

16513080

Dosen Pembimbing 1

Fina Binazir Maziya, S.T., M.T.

NIK. 165131305

Tanggal:

Dosen Pembimbing 2

Azham Umar Abidin, S.K.M., M.P.H.

NIK. 165131303

Tanggal:

2/12/2020

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D.

NIK. 025100406

Tanggal: 15 Desember 2020

HALAMAN PENGESAHAN
ANALISIS RISIKO DAMPAK PAJANAN KARBON
MONOKSIDA (CO) DI KOTA YOGYAKARTA

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji Hari :
Tanggal:

Disusun Oleh:

Afan Taufiq Faturohman
16513080

Tim Penguji:

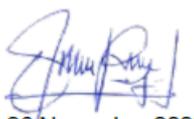
Fina Binazir Maziya, S.T.,M.T.


(28 November 2020)

Azham Umar Abidin, S.KM.MPH.


(12/12/2020)

Elita Nurfitriyani Sulistyو, S.T., M.Sc.


26 November 2020

()

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 22 November 2020

Yang membuat pernyataan,



Afan Taufiq Faturohman

NIM: 16513080

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Alhamdulillahirobbil'alamin puji syukur ke hadirat Allah berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir berjudul **Analisis Risiko Dampak Paparan Karbon Monoksida (CO) di Kota Yogyakarta.**

Karya tulis ini disusun sebagai syarat dalam memperoleh gelar sarjana strata satu (S1) Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Dengan laporan ini diharapkan dapat mengetahui risiko karbon monoksida (CO) Kota Yogyakarta berdasarkan pemantauan BLH D.I Yogyakarta. Saya sebagai penulis ingin menyampaikan terimakasih yang sangat dalam kepada semua pihak yang terlibat dan membantu kelancaran dalam pelaksanaan dan penyusunan laporan tugas akhir ini, baik berupa doa, semangat motivasi, hingga dukungan moral. Dengan itu saya sebagai penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih sedalam-dalam nya kepada:

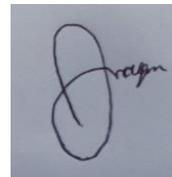
1. Bapak Eko Siswoyo, ST. M.Sc.ES., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, UII dan selaku dosen pembimbing akademik
2. Bapak Lukman Hakim, S.T., M. Si., selaku Koordinator Laboratorium Program Studi Teknik Lingkungan FTSP-UII, atas bimbingan, saran, dan motivasi yang diberikan.
3. Ibu Fina Binazir Maziya, S.T., M.T., dan Bapak Azham Umar Abidin, S.K.M., M.P.H., sebagai Pembimbing Tugas Akhir.
4. Segenap Dosen Program Studi Teknik Lingkungan FTSP-UII yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
5. Bapak dan Ibu laboratorium Kualitas Udara atas saran dan bantuannya.
6. Orang tua dan saudara-saudara saya yang selalu memberikan motivasi dan doa serta kasih sayang yang selalu tercurahkan hingga sampai saat ini.

7. Keluarga besar Universitas Islam Indonesia (UII), khususnya teman-teman seperjuangan kami di Program Studi Teknik Lingkungan FTSP-UII, atas semua dukungan, semangat, serta kerjasamanya.
8. Seluruh civitas akademika Program Studi Teknik Lingkungan FTSP-UII yang telah memberikan dukungan moril kepada penulis.
9. Untuk Regina Ramdani Syafira Terimakasih selalu memberikan waktu luang, semangat, dan motivasi serta membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Untuk teman-teman seperjuangan skripsi tetapi tidak senasib terimakasih.

Saya menyadari bahwa penulisan laporan tugas akhir ini jauh dari kata sempurna dan sangat banyak kekurangan. Saya sebagai penulis sangat mengharapkan saran maupun kritik demi terwujudnya sebuah laporan yang baik sehingga pada akhirnya laporan proposal tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi institusi pendidikan dan penerapan di lapangan serta dapat dikembangkan lebih lanjut lagi. Amin.

Wassalamualaikum Wr. Wb

Yogyakarta, (18 Agustus 2020)



(Afan Taufiq Faturohman)

ABSTRAK

Faturohman, Afan Taufiq¹. Maziya, Fina Binazir² Abidin, Azham Umar³

Department of Environmental Engineering Universitas Islam Indonesia

afantaufig@gmail.com¹ /finabinazir@uii.ac.id² /azham.abidin@uii.ac.id³

Di dalam kondisi lingkungan, gas CO dapat terbentuk secara alami, namun sumber yang paling utama adalah berasal dari kegiatan manusia. Karbon monoksida yang berasal dari alam yaitu akibat oksidasi metal di atmosfer, badai listrik alam, lautan, serta kebakaran hutan. Sementara sumber gas karbon monoksida yang diakibatkan oleh aktivitas manusia berasal dari kendaraan bermotor, terutama kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar bensin atau bahan bakar fosil. Terpapar nya gas pencemar karbon monoksida dalam darah (COHb) pada manusia ini dapat mengakibatkan terjadinya penurunan terhadap kapasitas darah untuk mengikat oksigen. Kadar COHb dalam darah akan naik apabila CO meningkat dan aktifitas fisik juga meningkat. Apabila paparan yang terjadi secara berlebihan pada manusia akan mengakibatkan penyakit Hipoksia (Rendahnya kadar oksigen di sel jaringan). Hasil yang di peroleh dari perbandingan yang dilakukan baik itu dengan kendaraan bermotor, penduduk, industri dan meteorologi semuanya berpengaruh terhadap persebaran atau dispersi polutan CO di udara dan secara tidak langsung juga mempengaruhi konsentrasi polutan CO di udara. Tingkat analisis risiko yang dilakukan terhadap pedagang di semua titik penelitian di Kota Yogyakarta dengan penelitian yang dihasilkan berdasarkan kuesioner dan perhitungan nilai RQ yang dihasilkan dari perbandingan nilai intake dengan *reference concentration* dilakukan dengan tujuan untuk agen yang dianalisis dapat ditetapkan dengan tingkat risiko, dari hasil analisis dan perhitungan tersebut belum berisiko menimbulkan efek kesehatan karsinogenik terhadap masyarakat Kota Yogyakarta yang bermata pencaharian sebagai pedagang berdasarkan perhitungan RQ dengan nilai RQ < 1.

Kata kunci: Dampak CO, Risiko CO, Udara, Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan, Pedagang, Yogyakarta

ABSTRACT

RISK ANALYSIS OF THE IMPACT OF CARBON MONOXIDE (CO) EXPOSURE IN YOGYAKARTA CITY

Faturohman, Afan Taufiq¹, Maziya, Fina Binazir², Abidin, Azham Umar³

Department of Environmental Engineering Universitas Islam Indonesia

afantaufig@gmail.com¹ / finabinazir@uii.ac.id² / azham.abidin@uii.ac.id³

Under environmental conditions, CO gas can form naturally, but the main source is derived from human activities. Carbon monoxide comes from nature, namely due to metal oxidation in the atmosphere, natural electric storms, oceans, and forest fires. Meanwhile, the source of carbon monoxide gas caused by human activities comes from motorized vehicles, especially motorized vehicles that use gasoline or fossil fuels. Exposure to this polluting gas carbon monoxide in the blood (COHb) in humans can result in a decreased incidence of the blood's oxygen binding situation. COHb levels in the blood will rise as well as increased CO and physical activity will also increase. Excessive exposure to humans will result in hypoxia (low oxygen levels in the tissues). The results obtained from comparisons made both with motorized vehicles, residents, industry and meteorology all affect the distribution or dispersion of CO pollutants in the air and indirectly also affect the concentration of CO pollutants in the air. The level of risk analysis carried out on traders in all research locations in Yogyakarta City with the resulting research based on a questionnaire and the calculation of the RQ value resulting from the comparison of the intake value with the reference concentration is carried out with the aim of the agent being analyzed can be determined by the level of risk, from analysis and calculation is not yet at risk of causing carcinogenic health effects on the people of Yogyakarta City whose livelihoods are based on the calculation of RQ with RQ value <1.

Key words: CO Impact, CO Risk, Air, Environmental Health Risk Analysis, Trader, Yogyakarta

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian:	3
1.4 Manfaat Penelitian:	3
1.5 Ruang Lingkup Tugas Akhir.....	3
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pencemaran Udara	5
2.2 Dampak Pencemaran Udara.....	6
2.3 Karbon Monoksida.....	7
2.4 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kualitas Udara	7
2.5 Baku Mutu Udara Ambien	9
2.6 Analisis Risiko	10
2.6.1 Identifikasi Bahaya.....	11
2.6.2 Identifikasi Sumber	12

2.6.3 Penilaian Dosis Respon.....	12
2.6.4 Penilaian Paparan	12
2.6.5 Karakteristik Risiko	13
BAB III.....	14
METODE PENELITIAN.....	14
3.1 Susunan pelaksanaan tugas akhir.....	14
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian	16
3.3 Populasi dan Sampel	17
3.4 Metode Pengambilan Data	19
3.5 Analisis Risiko Karbon Monoksida (CO) Terhadap Kesehatan Pedagang Kota Yogyakarta	21
BAB IV	24
4.1 Gambaran Umum Penelitian.....	24
4.1.1 Deskripsi Lokasi	25
4.1.2 Kependudukan.....	26
4.1.3 Transportasi.....	26
4.1.4 Industri	27
4.1.5 Kondisi Meteorologi	28
4.2 Kondisi Udara Ambien	29
4.2.1 Konsentrasi CO di Setiap Titik Penelitian	32
4.3 Dampak Karbon Monoksida Terhadap Lingkungan.....	37
4.4 Beban Emisi Kendaraan.....	42
4.4.1 Beban Emisi Kendaraan Kota Yogyakarta	43
4.4.2 Beban Emisi Kendaraan di Titik Pengukuran udara	45
4.5 Perbandingan Parameter	50

4.5.1 Transportasi.....	50
4.5.2 Penduduk.....	52
4.5.3 Industri	54
4.5.4 Meteorologi	56
4.6 Perbandingan Parameter dengan Baku Mutu Udara Ambien	61
4.7 Analisis Risiko Karbon Monoksida (CO).....	62
4.7.1 Konsentrasi Paparan	63
4.7.2 Karakteristik Pola Aktivitas dan Antropometri.....	63
4.7.3 Status Merokok Pedagang.....	64
4.7.4 Keluhan Kesehatan.....	64
4.7.5 Analisis Dosis Respon	65
4.7.6 Analisis Paparan dan Perhitungan <i>Intake</i> CO Nonkarsinogenik.....	66
4.7.7 Perhitungan <i>Risk Quotient (RQ)</i> untuk Paparan Non karsinogenik	67
4.7.8 Estimasi Risiko Kesehatan Karbon Monoksida (CO).....	71
4.7.9 Manajemen Risiko	72
4.7.10 Pembahasan.....	74
4.7.11 Komunikasi Risiko.....	74
BAB V	77
KESIMPULAN	77
5.1 Kesimpulan	77
5.2 Saran	78
DAFTAR PUSTAKA	80
LAMPIRAN	86
RIWAYAT HIDUP.....	93

DAFAR GAMBAR

Gambar 2.1 Langkah-langkah <i>risk analysis</i>	11
Gambar 3.1 Kerangka teori	14
Gambar 3.2 Kerangka konsep	15
Gambar 4.1 Peta Kota Yogyakarta.....	24
Gambar 4.2 Peta pemantauan pencemaran udara Kota Yogyakarta	30
Gambar 4.3 Konsentrasi CO Kota Yogyakarta 2016-2018	31
Gambar 4.4 Konsentrasi CO dengan jumlah kendaraan	50
Gambar 4.5 Konsentrasi CO dengan jumlah penduduk.....	53
Gambar 4.6 Konsentrasi CO dengan jumlah industri	55
Gambar 4.7 Konsentrasi CO dengan suhu rata-rata.....	57
Gambar 4.8 Konsentrasi CO dengan kecepatan angin/udara.....	58
Gambar 4.9 Konsentrasi CO dengan kelembaban udara	59
Gambar 4.10 Konsentrasi CO dengan tekanan udara	60
Gambar 4.11 Konsentrasi CO dengan curah hujan.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku mutu udara ambien	9
Tabel 3.1 Lokasi penelitian	16
Tabel 3.2 Populasi dan sampel penelitian	18
Tabel 3.3 Baku mutu udara ambien	20
Tabel 3.4 Keterangan rumus	22
Tabel 4.1 Jumlah penduduk Kota Yogyakarta	26
Tabel 4.2 Jumlah kendaraan Kota Yogyakarta	27
Tabel 4.3 Jumlah industri Kota Yogyakarta	28
Tabel 4.4 Kondisi meteorologi	28
Tabel 4.5 Konsentrasi CO Kota Yogyakarta	31
Tabel 4.6 Panjang jalan dan VKT	43
Tabel 4.7 Hasil perhitungan beban emisi Kota Yogyakarta	44
Tabel 4.8 Hasil perhitungan beban emisi Perempatan Mirota Kampus	45
Tabel 4.9 Hasil perhitungan beban emisi Hotel Tentrem	45
Tabel 4.10 Hasil perhitungan beban emisi Depan RS PKU Muhammadiyah	46
Tabel 4.11 Hasil perhitungan beban emisi Depan Pasar Bringharjo	46
Tabel 4.12 Hasil perhitungan beban emisi Depan Hotel Saphir	47
Tabel 4.13 Hasil perhitungan beban emisi Jalan Sabirin Kota Baru	47
Tabel 4.14 Hasil perhitungan beban emisi Depan Kantor Kecamatan Jetis	48

Tabel 4.15 Hasil perhitungan beban emisi Depan Hotel Matahari	48
Tabel 4.16 Hasil perhitungan beban emisi Depan PT. Jogjatex	49
Tabel 4.17 Status meroko pedagang	64
Tabel 4.18 Keluhan kesehatan	65
Tabel 4.19 Hasil perhitungan dan analisis risiko kesehatan lingkungan	69
Tabel 4.20 Persentase nilai <i>risk quotient</i> pajanan CO di Kota Yogyakarta	71



Halaman ini sengaja di kosongkan”



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Udara adalah salah satu kekayaan alam yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup untuk memelihara kesehatan dan kelangsungan hidup. Sehingga udara tidak dapat dipisahkan dengan kehidupan. Udara dikatakan normal serta baik digunakan untuk kelangsungan hidup makhluk hidup apabila mempunyai komposisi yaitu campuran 20% Oksigen, 78% Nitrogen, 0,03% Karbon Dioksida dan sisanya adalah Metan, Helium, Neon dan Hidrogen. Sedangkan jika terjadi penambahan dari gas-gas yang lain dan dapat menyebabkan gangguan pada komposisi udara, maka udara tersebut dikatakan tercemar (Soedomo, 1999).

Terdapat 3 proses masuknya bahan pencemar kedalam tubuh manusia, salah satunya yaitu melalui saluran pernafasan (Inhalasi). CO atau karbon monoksida merupakan gas yang tidak memiliki warna, tidak berbau, tidak memiliki rasa, dan karbon monoksida cenderung tidak berpengaruh terhadap material atau tumbuhan, tetapi memberikan dampak yang buruk bagi manusia (Sutrisno, 2017).

Dampak lingkungan yang dihasilkan dari tingginya pencemaran CO adalah polusi udara yang menyebabkan menurunnya kualitas udara ambien yang tentu saja sangat berdampak bagi kesehatan. Gas CO juga merupakan gas yang mudah terikat dengan pigmen-pigmen darah yaitu hemoglobin sehingga berpotensi bersifat racun bagi tubuh manusia. Gas karbon monoksida juga secara tidak langsung dapat mempengaruhi kinerja jantung, mempengaruhi saluran pernafasan serta dapat menyebabkan kejang berlanjut dan dapat mempengaruhi jumlah oksigen yang masuk kedalam tubuh yang berisiko terjadinya kematian. Data dari WHO pada tahun 2004 melakukan penelitian dan menyatakan bahwa kontribusi pencemaran CO dari industri dan kendaraan bermotor (transportasi) sebesar 98%. Dampak yang ditimbulkan dari gas CO ini tentu dapat membahayakan bagi kesehatan. Polusi udara yang diakibatkan oleh karbon monoksida sangat

memprihatinkan bagi seluruh masyarakat di dunia, kehadirannya di lingkungan dengan toksisitas yang tinggi menjadi sangat berbahaya bagi kesehatan.

Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta adalah provinsi di Indonesia yang terkenal sebagai tujuan dan destinasi pariwisata dengan budayanya yang khas. Ibukota provinsi dari DIY yaitu Kota Yogyakarta yang luas wilayahnya sebesar 32,50 km² serta pada tahun 2016 tercatat kepadatan penduduknya sebesar 12.854 jiwa per km² (BPS, 2017). Menurut Dinas Perhubungan DIY jumlah kendaraan roda dua di tahun 2017 sebesar 222.915 ribu unit. Sedangkan kendaraan beroda 4 sebesar 56.647 unit.

Meningkatnya aktifitas transportasi dapat mempengaruhi dan menyebabkan peningkatan konsentrasi CO di atmosfer, sehingga intensitas dan peluang terpapar akan lebih tinggi. Tingkat bahaya dari karbon monoksida menjadi berbahaya jika manusia tersebut terpapar dengan intensitas waktu yang lama. Untuk melakukan taksiran kesehatan manusia dan tingkat risiko yang terpapar oleh senyawa kimia yang berbahaya bisa dilakukan dengan melakukan analisis risiko kesehatan lingkungan.

Meningkatnya perubahan demografis secara dinamis dan kebutuhan ekonomi yang meningkat telah mendorong meningkatnya kebutuhan penggunaan lahan untuk berbagai kepentingan, serta sistem manajemen transportasi dan tata ruang perkotaan yang mempengaruhi aktivitas manusia yang menyebabkan semakin meningkatnya jumlah volume kendaraan di wilayah Kota Yogyakarta yang pada akhirnya mempengaruhi kualitas udara ambien. Dengan dilakukannya pengendalian udara yang bertujuan untuk mengurangi dan mencegah terjadinya pencemaran oleh polusi udara, sehingga dapat mencegah polusi yang akan mencemari lingkungan. Untuk itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kadar pencemar udara serta hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai masukan bagi pemerintah Kota Yogyakarta untuk membuat kebijakan di bidang lingkungan hidup dan lalu lintas kendaraan bermotor terhadap persoalan pencemaran udara akibat transportasi.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah digunakan bertujuan untuk mempermudah dalam melakukan penelitian, rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana perbandingan konsentrasi CO di wilayah Kota Yogyakarta berdasarkan penggunaan lahannya?
2. Seberapa besar tingkat risiko paparan Karbon Monoksida (CO) pada pedagang?

1.3 Tujuan Penelitian:

1. Menganalisis perbandingan konsentrasi CO di wilayah Kota Yogyakarta berdasarkan titik penelitian.
2. Menganalisis dampak risiko paparan Karbon Monoksida (CO) terhadap pedagang.

1.4 Manfaat Penelitian:

1. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang pencemaran udara yang diakibatkan oleh karbon monoksida (CO) berupa informasi tingkat risiko kesehatan yang disebabkan oleh karbon monoksida (CO).
2. Menjadi bahan pertimbangan dan masukan terhadap apa yang harus dilakukan oleh semua pihak yang berkepentingan demi mengurangi dampak kesehatan akibat dari pencemaran udara itu sendiri.

1.5 Ruang Lingkup Tugas Akhir

Agar objek penelitian yang dilakukan tidak menyimpang dari yang telah dirumuskan, maka ruang lingkup pada penelitian ini adalah:

- a. Parameter yang diamati adalah:
CO udara ambien Kota Yogyakarta
- b. Titik penelitian berjumlah 9 di 5 Kecamatan di Kota Yogyakarta
- c. Periode waktu 2016-2018

Halaman ini sengaja di kosongkan”



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Udara

Di kota-kota besar, pencemaran udara merupakan permasalahan penting yang dapat mengancam kehidupan manusia. Faktor penyebab pencemaran udara kurang lebih 70% berasal dari hasil proses pembakaran bahan bakar yang tidak sempurna yang dihasilkan melalui mesin-mesin pabrik, pembangkit listrik dan kendaraan bermotor (Faroqi, 2017).

Pembangunan yang berkembang dan pesat belakangan ini, khususnya dalam industri, teknologi, maupun infrastruktur, yang dapat menimbulkan peningkatan jumlah pemakaian kendaraan bermotor yang masih menggunakan (minyak) atau bahan bakar fosil yang dapat berdampak terhadap udara ambien yang dihirup menjadi tercemar oleh gas-gas buangan dari hasil pembakaran. Udara yang aman untuk dihirup adalah gas yang tidak terlihat, tidak berwarna, tidak berbau bahkan tidak berasa. Tetapi, udara yang bersih dan layak kini mulai sulit untuk didapatkan, terlebih yang berada di daerah kota yang banyak dilakukan kegiatan industri yang menyebabkan lalu lintas menjadi padat. Udara yang mempunyai unsur logam berbahaya atau tercemar dapat merusak lingkungan khususnya udara dan terutama dapat mengganggu aktifitas manusia sehari-hari. Terjadinya pencemaran akibat logam berat ini berarti berkurangnya atau rusaknya daya dukung alam sebagai mana mestinya yang selanjutnya akan mengurangi kualitas hidup dari manusia (Wardhana, 2001).

Pencemaran udara yang terjadi ini dapat diartikan sebagai adanya komponen-komponen atau zat-zat yang berbahaya di dalam udara yang kemudian menyebabkan terjadinya perubahan komposisi udara dari keadaan normal. Kehadiran bahan atau zat yang berbahaya di dalam udara dalam jumlah tertentu, serta terdapat di dalam udara dalam intensitas dan waktu yang cukup lama dapat berpotensi mengganggu aktifitas dan kelangsungan hidup dari manusia dan

mahluk hidup lainnya. Masuknya zat asing dan berbahaya kedalam udara merupakan proses alamiah, misalnya asap yang berasal dari kebakaran yang terjadi di hutan, letusan gunung, dan paparan garam yang berasal dari laut. Juga sebagian besar berasal dari aktivitas dan kegiatan yang dilakukan oleh manusia itu sendiri, misalnya akibat aktivitas kegiatan industri, aktivitas transportasi kendaraan bermotor, dan pembuangan sampah yang dilakukan masyarakat pedesaan pada umumnya menggunakan cara yang kuno dalam metode pengelolaan limbahnya, baik akibat proses dekomposisi ataupun pembakaran serta kegiatan rumah tangga (Singh, 2018).

Sumber utama polusi udara sebagian besar berasal dari aktivitas transportasi yang dilakukan oleh manusia. Dihasilkan hampir dari 60% polusi udara yang terdiri dari karbon monoksida dan sekitar 15% terdiri dari hidrokarbon (Fardiaz, 1992). Penggunaan bahan bakar minyak secara intensif dalam sektor ini menjadi penyebab utama terjadinya atau timbulnya dampak terhadap lingkungan udara, terutama di daerah perkotaan. Proses pembakaran bahan bakar minyak seperti diketahui akan mengeluarkan unsur dan senyawa-senyawa pencemaran ke udara. Seperti padatan total tersuspensi (debu), karbon monoksida, hidrokarbon, oksida nitrogen, oksida sulfur, partikel timbal, dan oksida fotokimia. Transportasi yang berwawasan lingkungan perlu mempertimbangkan implikasi dampak terhadap lingkungan, terutama pencemaran udara dan kebisingan. Serta penggunaan sumberdaya energi seefektif dan seefisien mungkin (Soedomo, 1999).

2.2 Dampak Pencemaran Udara

Udara yang tercemar oleh partikel dan gas dapat menyebabkan gangguan kesehatan yang terjadi pada fungsi fatal dari organ tubuh manusia seperti paru-paru dan pembuluh darah atau terjadi iritasi pada mata dan kulit manusia (Jihan, 2019). Pencemaran pada partikel dan kulit biasanya menyebabkan penyakit pernafasan yang terjadi secara kronis seperti, *Emfisema* paru, *Bronchitis* kronis, asma *Bronchial* dan kanker paru. Bahan pencemar gas yang terlarut di dalam

udara dapat langsung masuk kedalam tubuh manusia sampai ke paru-paru yang akhirnya diserap oleh sistem pembuluh darah (Mukono, 1997).

2.3 Karbon Monoksida

Gas karbon monoksida (CO) merupakan gas yang tidak berwarna, berbau, dan juga tidak berasa. Gas karbon monoksida dapat berbentuk cairan pada suhu sekitar -192°C . Gas karbon monoksida sebagian besar adalah gas yang berasal dari pembakaran bahan bakar fosil dengan udara berupa gas buang (Wardhana, 2004).

Di dalam kondisi lingkungan, gas CO dapat terbentuk secara alami, namun sumber yang paling utama adalah berasal dari kegiatan manusia. Karbon monoksida yang berasal dari alam yaitu akibat oksidasi metal di atmosfer, badai listrik alam, lautan, serta kebakaran hutan. Sementara sumber gas karbon monoksida yang diakibatkan oleh aktivitas manusia berasal dari kendaraan bermotor, terutama kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar bensin atau bahan bakar fosil (Jihan, 2019). Jumlah konsentrasi karbon monoksida yang cukup tinggi seringkali diperoleh dari gas hasil buang kendaraan bermotor serta juga polusi yang buruk dalam ruangan. Pada pembakaran bahan bakar bermotor, seluruh penggunaan bahan bakar tidak diubah seluruhnya menjadi CO_2 dan H_2O tetapi sebagian juga dilepaskan menjadi CO dan sebagian material partikulat karbon organik (Brimblecombe, 1986).

Fardiaz (1992) menyatakan bahwa konsentrasi Karbon Monoksida di udara per waktu dalam satu hari dipengaruhi oleh aktivitas kendaraan bermotor. Semakin ramai kendaraan bermotor yang ada, semakin tinggi tingkat konsentrasi Karbon Monoksida di udara.

2.4 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kualitas Udara

Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas udara adalah sebagai berikut:

1. Sumber Emisi

Menurut Soedomo (2001), sumber-sumber dan jenis pencemar dibedakan berdasarkan atas perilakunya di atmosfer dalam dua kelompok yaitu:

1. Pencemar udara sekunder, terbentuk di atmosfer akibat hasil reaksi-reaksi pada atmosfer seperti oksidasi, reaksi fotokimia dan hidrolisis.
 2. Pencemar udara primer, komposisinya tidak akan mengalami suatu perubahan di atmosfer baik perubahan secara fisik maupun kimia dalam jangka waktu yang cukup lama (hari bahkan sampai tahunan dan akan tetap komposisinya seperti waktu diemisikan oleh sumber pencemar). Pencemar ini misalnya NO_2 , CO , N_2O , TSP, SO_2 , CO_2 , metana, partikel logam, senyawa halogen, dan lain-lain. Pencemar-pencemar ini memiliki waktu tinggal yang cukup lama di atmosfer karena sifatnya yang stabil terhadap reaksi-reaksi kimia fisik atmosfer.
2. Intensitas Cahaya

Tingkat stabilitas atmosfer harus diketahui dengan tujuan untuk memperkirakan kemampuan atmosfer untuk menguraikan cahaya polikromatik atau mendispersikan polutan. Kecepatan angin dan juga intensitas radiasi matahari merupakan faktor yang digunakan dalam penentuan kelas stabilitas (Rahmawati, 1999).

3. Kelembaban dan Suhu Udara

Sastrawijaya (2009), menyatakan bahwa konsentrasi pencemar di udara bergantung terhadap kondisi cuaca, distribusi suhu vertikal, kecepatan dan arah angin berhembus serta kelembaban udara adalah unsur-unsur yang berperan penting dalam perubahan konsentrasi pencemar di dalam udara. Perubahan suhu juga merupakan faktor pengubah yang cukup besar. Pergolakan ke atas dapat membawa pencemar ke daerah yang suhunya cenderung lebih rendah.

Pada kelembaban udara yang cukup tinggi maka kadar uap di udara

dapat bereaksi dengan pencemar udara, sehingga menjadi zat lain yang tidak berbahaya atau menjadi zat pencemar sekunder (Faudzi, 2012).

4. Arah dan Kecepatan Angin

Kecepatan angin pada dasarnya ditentukan oleh perbedaan tekanan udara antara tempat asal dan arah angin sebagai faktor pendorong pencemar. Secara umum polutan-polutan di atmosfer terdispersi dalam 2 cara yaitu melalui turbulensi atmosfer dan kecepatan angin. Turbulensi menyebabkan terjadinya aliran udara melalui 2 cara yaitu pusaran mekanis dan pusaran termal (Zendrako, 2010).

2.5 Baku Mutu Udara Ambien

Menurut Peraturan Pemerintah RI nomor 41 tahun 1999, baku mutu udara ambien adalah ukuran batas atau kadar zat, energi, dan/atau komponen yang ada atau yang seharusnya ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam udara ambien. Baku mutu udara ambien nasional diatur dalam Peraturan Pemerintah RI nomor 41 tahun 1999 tentang pencemaran udara. Sedangkan untuk di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta baku mutu udara daerah diatur dalam Peraturan Gubernur DIY nomor 153 tahun 2002 tentang baku mutu udara ambien daerah seperti tabel 2.1.

Tabel 2.1 Baku mutu udara ambien

Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu (ppm)	Metode Analisis	Peralatan
CO (Carbon monoksida)	1 Jam	35	Spektrofotometri	NDIR Spektrofotometri
	8 Bulan	9		

Sumber: Peraturan Gubernur DIY Nomor 153 tahun 2002

2.6 Analisis Risiko

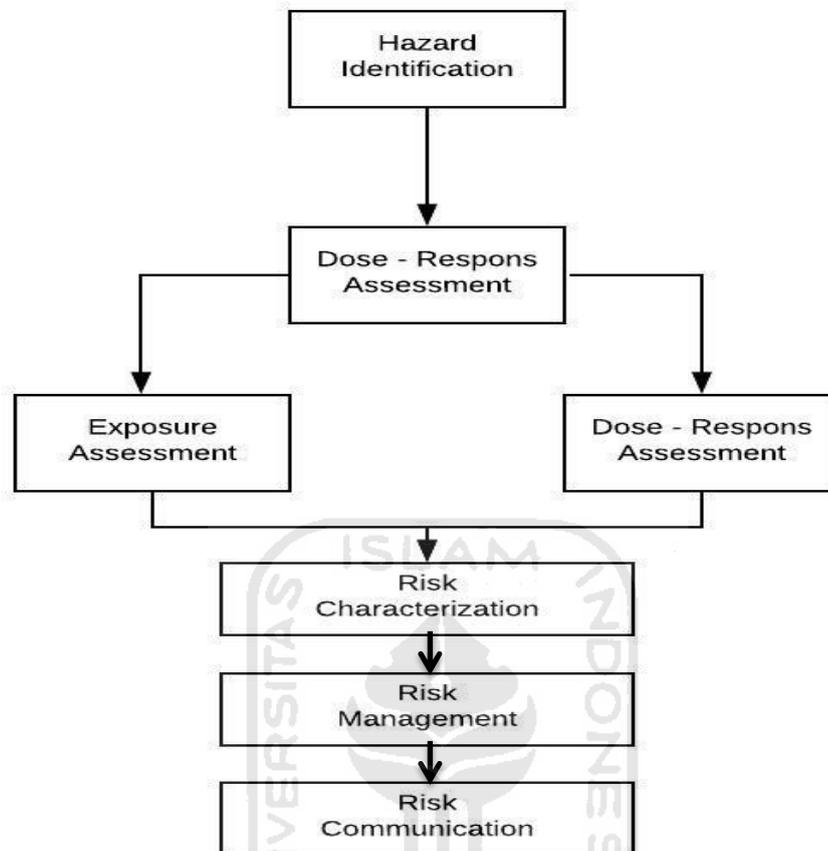
Studi epidemiologi merupakan studi yang telah banyak digunakan untuk mempelajari risiko kesehatan. Namun, studi ini kurang spesifik untuk menjelaskan hubungan antara faktor lingkungan dengan efek kesehatan yang ditimbulkan. Selain studi epidemiologi, saat ini telah dikembangkan suatu model studi yang bersifat prediktif dalam mempelajari pengaruh lingkungan terhadap kesehatan dengan lebih spesifik dan memberikan manajemen risiko yang terarah dan kuantitatif (Rahman, 2004).

Studi ini dikenal dengan analisis risiko. Analisis risiko merupakan studi yang melakukan estimasi tingkat risiko pada populasi setelah terkena suatu pajanan yang membahayakan (Louvar, 1998). Analisis risiko terdiri dari:

1. Identifikasi bahaya (*hazard identification*),
2. Penilaian risiko (*risk assessment*),
3. Pengelolaan risiko (*risk management*),
4. Komunikasi risiko (*risk communication*).

Penilaian risiko dan manajemen risiko merupakan dasar dari pelaksanaan peraturan. Penilaian risiko digunakan untuk menilai efek kesehatan individu atau populasi dari suatu bahan dan situasi berbahaya. Sedangkan manajemen risiko ialah proses menimbang alternatif kebijakan dan memilih yang paling sesuai pelaksanaan peraturan, mengintegrasikan hasil penilaian risiko dengan teknik data dan dengan masalah sosial, ekonomi, dan politik untuk mencapai keputusan. Penilaian risiko terdiri dari empat langkah yaitu:

1. Identifikasi bahaya
2. Penilaian dosis-respon
3. Penilaian pajanan
4. karakteristik risiko



Gambar 2.1 Langkah-langkah risk analisis

2.6.1 Identifikasi Bahaya

Identifikasi bahaya ini dimaksudkan untuk menentukan suatu bahaya yang berada di lingkungan. Dalam analisis risiko, bahaya tersebut diidentifikasi sebagai suatu zat-zat toksik atau berupa kondisi-kondisi spesifik yang berpotensi mengganggu kesehatan yang berdampak terhadap manusia. Biasanya zat-zat berbahaya tersebut diidentifikasi dengan cara membandingkannya dengan daftar yang tersedia. Dalam daftar kali ini zat-zat toksik di kelompokkan sebagai zat karsinogen, dan zat yang bukan karsinogen.

2.6.2 Identifikasi Sumber

Identifikasi sumber ini mencakup produksi, pemakaian dan pembuangan dengan data-data yang variabel serta termasuk ke dalam volume produksi dan pemakaian, laju buangan, kondisi buangan (misal suhu dan tekanan), lokasi pembuangan, wujud fisik buangan (gas, cair, campuran, padat) dan sifat-sifat fisika-kimia buangan (toksisitas dan tekanan uap) (Rahman, 2004).

2.6.3 Penilaian Dosis Respon

Tahap di dalam analisis risiko ini disebut juga *toxicity assessment* adalah dengan digunakan dengan tujuan untuk menilai potensi dari suatu bahan kimia yang dapat menyebabkan dampak dan efek negatif terhadap kesehatan manusia yang memajan dengan suatu populasi dengan memperkirakan hubungan antara tingkat pajanan dan peningkatan efek yang kemungkinan merugikan (Kolluru, 1996). Analisis tahap ini terdiri dari, yaitu (1) Identifikasi apa saja dan jenis apa saja efek yang merugikan dan berhubungan dengan pemajanan dan zat toksik yang telah diidentifikasi, (2) Hubungan antara pajanan dengan efek yang merugikan. (3) pernyataan-pernyataan yang berhubungan dengan ketidakpastian dan kekurangan data serta informasi (Rahman, 2004).

2.6.4 Penilaian Pajanan

Analisis jalur pemajanan ini dimaksudkan untuk mendapatkan data-data sebagai berikut, yaitu identitas zat toksik, lama pajanan, frekuensi pajanan, dan rute atau jalur dari pajanan. Data penelitian pajanan dapat diperoleh dari pengukuran langsung, model matematis, atau perkiraan ilmiah lainnya. Tahap analisis ini memperkirakan besar pajanan setiap zat toksik terhadap manusia yang perlu dikuantifikasi. Dalam analisis ini rute pajanan biasanya ditetapkan *critical pathway*-nya, yaitu jalur-jalur yang menonjol atau dominan. Dengan dilakukannya analisis ini diharapkan total kuantitas zat toksik yang memberi dampak terhadap manusia dapat dihitung (Rahman, 2004).

2.6.5 Karakteristik Risiko

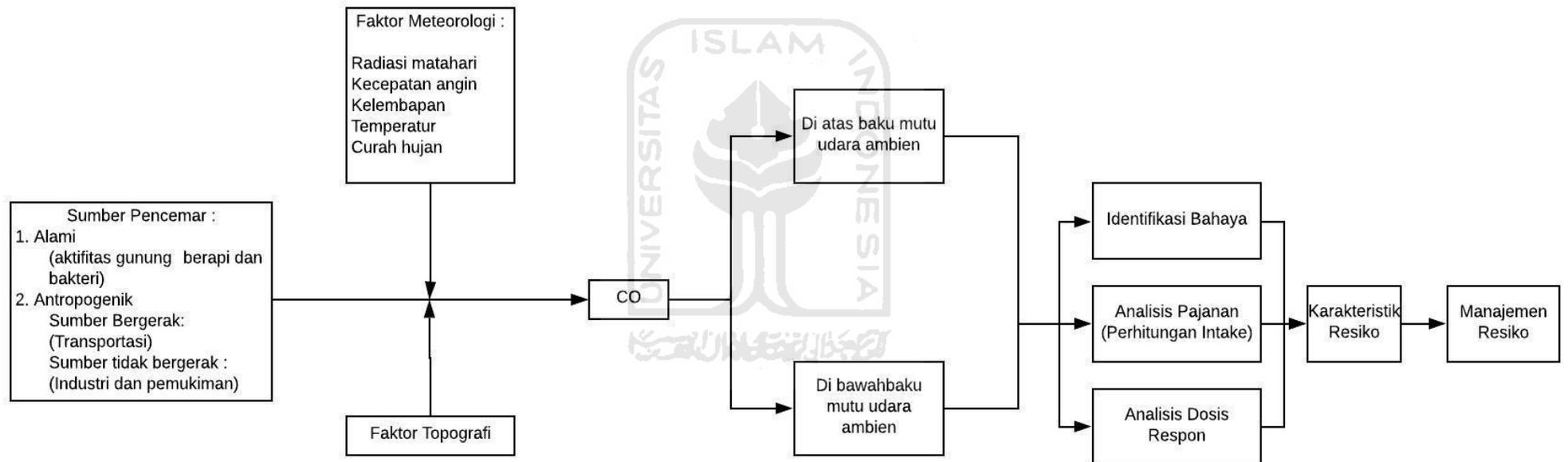
Tahap analisis ini mencakup terhadap dua bagian, yaitu memperkirakan risiko yang dilakukan secara numerik dan alasan-alasan ilmiah dan makna dari risiko. Hasil ini kemudian dibandingkan dengan tingkat pajanan yang diukur dan tingkat pajanan yang diperkirakan untuk menentukan apakah pajanan yang sedang berlangsung bermasalah dan berdampak buruk atau tidak bagi kesehatan manusia (Rahman, 2004).



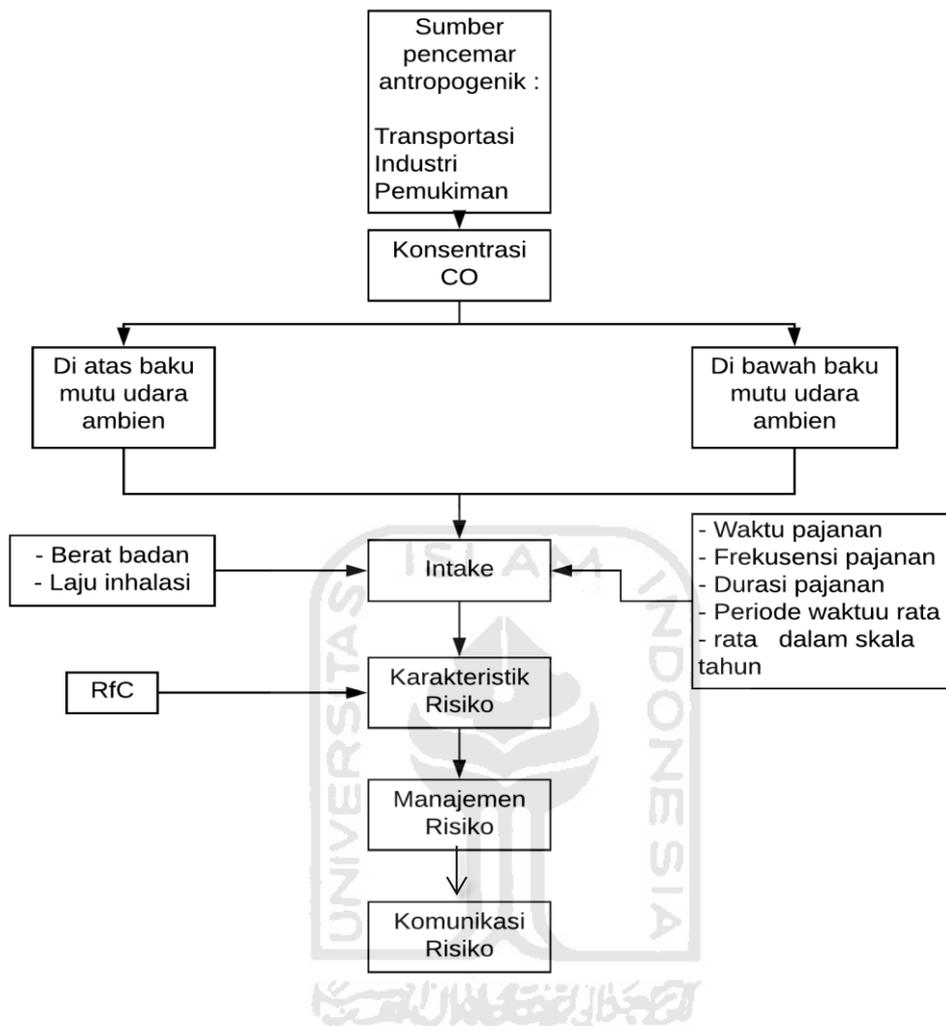
BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Susunan pelaksanaan tugas akhir

Pelaksanaan penulisan karya tulis atau tugas akhir ini dilakukan dengan mengikuti susunan sebagai berikut berikut:



Gambar 3.1 Kerangka teori



Gambar 3.2 Kerangka konsep

Penelitian yang dilakukan ini merupakan jenis penelitian deskriptif yaitu penelitian yang menggambarkan secara sistematis dan secara akurat mengenai fakta serta karakteristik populasi atau bidang tertentu serta menggunakan metode analisis kuantitatif atau penelitian yang berdasarkan data sekunder Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah yang dilakukan oleh Badan Lingkungan Hidup Daerah Istimewa Yogyakarta 2016-2018 dan kemudian dijelaskan oleh teori-teori yang dianggap relevan untuk menghasilkan suatu teori yang menguatkan dari teori yang sudah ada. Peneliti ingin menggambarkan

kualitas udara ambien yang berada di Kota Yogyakarta pada tahun 2016-2018 dengan melihat konsentrasi Karbon Monoksida (CO) yang dibandingkan dengan baku mutu udara ambien apakah telah melebihi atau tidak menurut PP No. 41 tahun 1999.

Penelitian ini juga menggunakan studi analisis risiko yang menilai risiko terhadap kesehatan manusia yang secara tidak langsung terpajan oleh zat-zat yang toksik dan dilakukan analisis apakah konsentrasi CO di udara saat ini bermasalah atau tidak bagi kesehatan manusia.

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Waktu penelitian dilakukan pada tahun 2016-2018 berdasarkan data sekunder Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah yang dilakukan oleh Badan Lingkungan Hidup Daerah Istimewa Yogyakarta 2016-2018. Lokasi penelitian ini ialah daerah-daerah di Daerah Istimewa Yogyakarta yang termasuk wilayah sampling dalam program pemantauan CO yang dilakukan oleh Badan Lingkungan Hidup DIY. Namun tidak semua daerah merupakan wilayah sampling yang termasuk dalam wilayah penelitian, hanya 6 kecamatan dengan 9 titik penelitian. Adapun beberapa lokasi yang termasuk ke dalam wilayah penelitian disajikan dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 3.1 Titik data pengukuran BLH

No	Titik data Pengukuran BLH	Kode	Koordinat
1	Perempatan Mirota Kampus	PMK	7°46'34.9"S 110°22'28.4"E
2	Depan Hotel Tentrem	DHT	7°46'25.1"S 110°22'06.5"E
3	Depan RS PKU Muhammadiyah	PKU	7°48'03.1"S 110°21'44.2"E
4	Depan Pasar Bringharjo	DPB	7°47'54.7"S 110°21'55.4"E

No	Titik Penelitian	Kode	Koordinat
5	Depan Hotel Saphir	DHS	7°46'59.9"S 110°23'29.2"E
6	Jalan Sabirin Kota Baru	SKB	7°47'02.0"S 110°22'23.4"E
7	Depan Kantor Kecamatan Jetis	DKJ	7°46'58.4"S 110°21'44,3"E
8	Depan Hotel Matahari	DHM	7°49'18.2"S 110°22'04.9"E
9	PT Jogjatex, Umbulharjo	JTX	7°49'03,6"S 110°22'40,6"E

Pada titik data Pengukuran BLH di sebutkan dengan kode serta titik koordinat sebagaimana ditampilkan pada tabel 3.1 tersebut. Titik koordinat ditentukan dari *Google Earth* karena keterbatasan data dengan radius ketelitian hingga 10 meter.

Untuk perhitungan analisis risiko dari 9 titik data Pengukuran BLH pada penelitian ini difokuskan terhadap pedagang di 9 titik pemantauan di Kota Yogyakarta berdasarkan pemantauan dan hasil survey di lokasi setempat untuk perhitungan analisis risiko.

3.3 Populasi dan Sampel

Populasi yang termasuk kedalam penelitian adalah penduduk Kota Yogyakarta yang bermata pencaharian sebagai pedagang. Berdasarkan data primer hasil wawancara dan kuesioner dengan populasi sebanyak 119 orang dengan rincian setiap lokasinya 4 pedagang di Kantor Kecamatan Jetis, 13 pedagang di depan RS. PKU Muhammadiyah, 4 pedagang di Hotel Matahari, 5 pedagang di depan Hotel Saphir, 30 pedagang di Perempatan Mirota Kampus, 48 pedagang di depan Pasar Bringharjo, 10 pedagang di depan Hotel Tentrem, 3 pedagang di Jalan Sabirin Kota Baru, dan 2 pedagang di depan PT. Jogjatex.

Sampel yang termasuk kedalam penelitian yang dilakukan adalah sampel CO yang diambil dari daerah-daerah yang termasuk dalam wilayah program pemantauan CO yang dilakukan oleh Badan Lingkungan Hidup Daerah Istimewa Yogyakarta dengan jumlah 9 titik di 5 kecamatan yang berada di Kota Yogyakarta, serta dilakukannya penelitian terhadap masyarakat Kota Yogyakarta yang bermata pencaharian sebagai pedagang berdasarkan jumlah populasi 119 orang. Pengambilan sampel yang sebanyak 35 orang berdasarkan perhitungan slovin di setiap lokasinya. Dimana pedagang tersebut di beri kuesioner sebagai data primer.

$$n = \frac{N}{1+N(e)^2} \quad (3,1)$$

$$n = \frac{119}{1 + (119 \times 0,05)^2} = 9$$

Keterangan:

- n : Jumlah sampel
- N : Besar/ jumlah populasi
- e : Batas toleransi kesalahan (*error tolerance*)

Tabel 3.2 Populasi dan sampel penelitian

Lokasi Penelitian	Populasi	Sampel
Perempatan Mirota Kampus	30	9
Depan Hotel Tentrem	10	3
Depan RS. PKU Muh.	13	4
Depan Pasar Bringharjo	48	14
Depan Hotel Saphir	5	1
Jl. Sabirin Kota baru	3	1
Depan Kantor Kec. Jetis	4	1
Depan Hotel Matahari	4	1
Depan PT. Jogjatex	2	1
	119	35

3.4 Metode Pengambilan Data

Pengambilan data pengukuran yang dilakukan dengan 3 metode, antara lain:

1. Pengambilan data Dalam penelitian ini, peneliti tidak mengambil sampel secara langsung atau tidak ikut dalam kegiatan pengambilan data yang dilakukan. Pengambilan sampel berdasarkan data sekunder yang dilakukan oleh Badan Lingkungan Hidup Daerah Istimewa Yogyakarta.
2. Untuk pengukuran kadar karbon monoksida (CO) yang dilakukan oleh Badan Lingkungan Hidup Daerah Istimewa Yogyakarta menggunakan alat NDIR Hasil yang diperoleh dari pengukuran menggunakan NDIR berbentuk nilai dengan satuan $\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3}$. Jika satuan berbentuk ppm maka perlu dikonversi ke dalam bentuk $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dengan menggunakan persamaan:

$$\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3} = \frac{\text{ppm} \times \text{BM}}{24,5 \times 10^{-3}} \dots\dots\dots(3.2)$$

dimana:

24,5 = konversi untuk 1 mol

= 24,5 liter (25⁰C, 1 atm)

BM = berat molekul, untuk CO, BM = 28

10⁻³ = konversi dari ml ke liter

3. Analisis data dilakukan dengan metode pemodelan beban pencemar dari kendaraan bermotor. Teknik analisis data dilakukan dengan pendekatan kuantitatif untuk menentukan konsentrasi polutan akibat emisi kendaraan bermotor di udara:
 - a. Menganalisa komposisi lalu lintas dari tahun 2016-2018. Tujuan menganalisis komposisi lalu lintas adalah untuk mengetahui jumlah kendaraan setiap tahunnya di Kota Yogyakarta.
 - b. Menghitung beban emisi per kendaraan tahun 2016-2018 di Kota

Yogyakarta dengan menggunakan rumus:

$$E = \text{Volume Kendaraan} \times \text{VKT} \times \text{FE} \times 10^{-6} \dots\dots\dots(3.3)$$

Keterangan:

E: Beban emisi (ton/tahun)

Volume Kendaraan: Jumlah Kendaraan (tahun)

VKT: Total Panjang perjalanan yang dilewati (km)

Fe: Faktor Emisi (g/km/kendaraan)

Untuk nilai dari VKT di gunakan panjang jalan nasional (km) Kota Yogyakarta x panjang jalan kota (m).

- c. Menganalisa hubungan antara jumlah kendaraan dengan konsentrasi CO di udara ambien.
 - d. Menganalisa hubungan antara faktor meteorologi terhadap konsentrasi CO di udara ambien.
 - e. Menganalisa perbedaan tingkat konsentrasi terhadap daerah industri.
4. Membandingkan kadar karbon monoksida (CO) dengan baku mutu Baku mutu yang digunakan adalah Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 153 Tahun 2002 tentang Baku Mutu Udara Ambien Daerah di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta daerah seperti tabel 2.1.

Tabel 3.3 Baku mutu udara ambien

Karbon Monoksida (CO)	1 Jam	30.000 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$
	24 Jam	10.000 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$
	1 Tahun	-

Sumber: Peraturan Gubernur DIY Nomor 153 tahun 2002

3.5 Analisis Risiko Karbon Monoksida (CO) Terhadap Kesehatan Pedagang Kota Yogyakarta

Analisis risiko Karbon Monoksida (CO) yang dilakukan adalah dengan mengacu terhadap pedoman ARKL atau Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan berdasarkan Direktorat Jenderal PP dan PL Menteri Kesehatan, serta EPA atau *Environmental Protection Agency United States*. Dengan meliputi 5 langkah dan berikut penjelasannya:

1.1 Identifikasi Bahaya (*Hazard Identification*)

Hazard Identification ini dilakukan dengan tujuan untuk menilai seberapa besar kandungan dari agen yang berisiko tersebut, apakah berpotensi menyebabkan penyakit dan di lingkungan mana dan media manakah agen risiko tersebut menyebabkan gangguan.

1.2 Analisis Pemajanan (*Exposure Assessment*)

Exposure Assessment ini dilakukan dengan tujuan untuk menghitung *intake* dari agen risiko tersebut dengan rumus sebagai berikut:

$$I = \frac{C \times R \times Te \times Fe \times Dt}{Wb \times t \text{ avg}} \dots\dots\dots(3. 4)$$

Tabel 3.4 Keterangan rumus

Simbol	Keterangan	Nilai	Jenis Data	Sumber
I	Asupan (<i>Intake</i>), (mg/kg/hari)	Perhitungan	Primer	Perhitungan
C	Konsentrasi <i>risk agent</i> , (mg/m ³) untuk medium udara	Konsentrasi CO (2018)	Sekunder	Badan Lingkungan Hidup, D.I Yogyakarta 2018
R	Laju asupan (m ³ /jam)	0,83	Sekunder	Kolluru <i>et al.</i> 1996
tE	Waktu pajanan (Pedagang) (jam)		Primer	Kuisisioner
fE	Frekuensi pajanan		Primer	Kuisisioner
Dt Life time	Durasi pajanan, (tahun)	30	Sekunder	US.EPA
Dt Real time	Durasi pajanan, (tahun)		Primer	Kuisisioner
Wb	Berat Badan (kg)		Primer	Kuisisioner
Tavg	Periode waktu rata-rata (30 x 365 hari/tahun untuk zat non karsinogenik)	30 x 365	Sekunder	US.EPA
RfC	<i>Reference of Concentration</i>	40	Sekunder	US.EPA

1.3 Analisis Dosis-Respon (*Dose-response Assessment*)

Dose-Response Assessment ini dilakukan dengan memahami efek yang di hasilkan dari peningkatan jumlah dan kandungan agen risiko yang terkena paparan, serta melakukan pencarian nilai RfD, dan/atau SF, dan/atau RfC dari agen risiko itu sendiri yang menjadi tujuan utama pada analisis risiko.

1.4 Karakterisasi Risiko (*Risk Characterization*)

Risk Characterization ini dilakukan yang bertujuan untuk agen yang dianalisis dapat ditetapkan dengan tingkat risiko. Risk Characterization ini dibagi menjadi dua bagian yaitu efek karsinogenik dan juga efek non-karsinogenik. Untuk mengetahui tingkat risiko non-

karsinogenik nya digunakan perhitungan dengan rumus sebagai berikut karena berdasarkan pada pernyataan yang bersumber dari US EPA Karbon Monoksida (CO) merupakan polutan yang bersifat non-karsinogenik yang tentu saja berpotensi membahayakan makhluk hidup:

$$RQ = \frac{I}{RfC} \dots\dots\dots(3.5)$$

dimana:

RQ = Risk Question

RfC = Nilai ref agen risiko pada pajanan melalui proses inhalasi (mg/kg/hari)

I = *Intake* yang dihitung di Persamaan 3.4 (mg/kg/hari)

Tingkat risiko ini bisa dikatakan aman bila nilai dari asupan atau *intake* tersebut mencapai nilai <RfD atau RFC tersebut bernilai $RQ \leq 1$.

1.5 Manajemen Risiko

Manajemen risiko adalah upaya pengendalian yang bertujuan untuk melindungi dalam hal ini adalah masyarakat Kota Yogyakarta yang dapat menimbulkan efek kesehatan non-karsinogenik dan karsinogenik.

1.6 Komunikasi Risiko

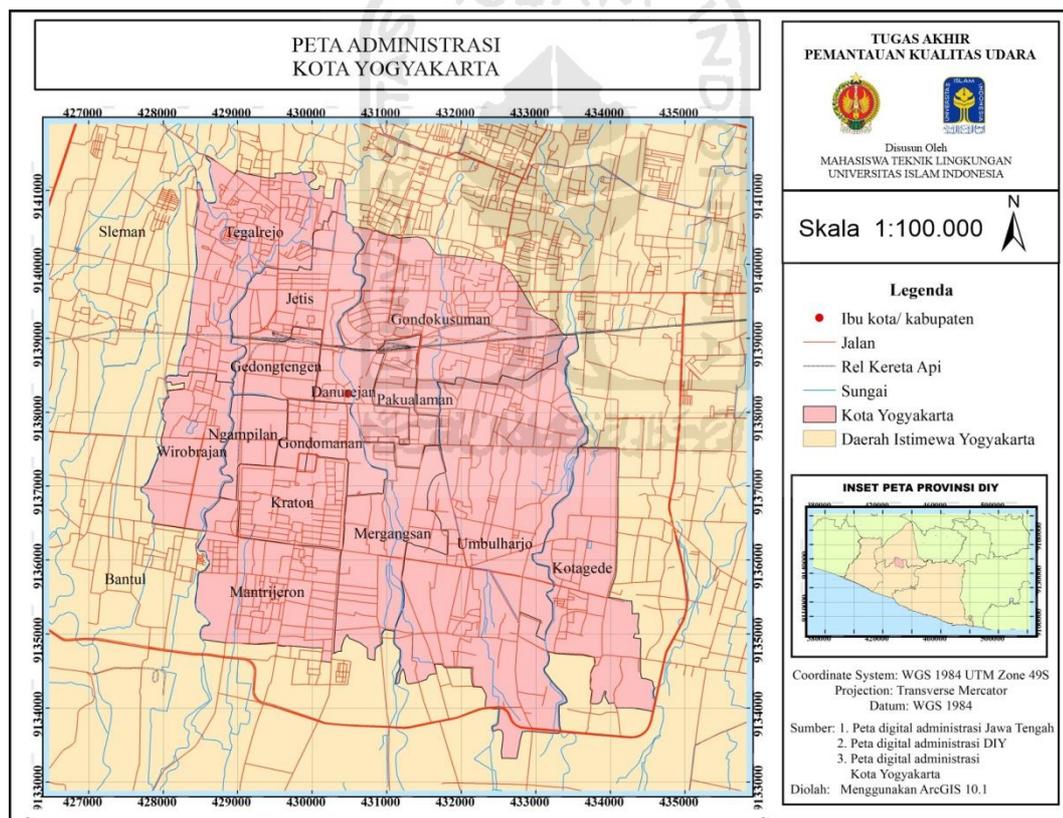
Komunikasi risiko bertujuan untuk menilai dan memprediksi apa saja yang akan terjadi akibat adanya pajanan atau polutan udara berbahaya yang berpotensi membahayakan penduduk Kota Yogyakarta.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Penelitian

Secara astronomis, Wilayah Kota Yogyakarta terbentang antara $110^{\circ} 24' 19''$ sampai $110^{\circ} 28' 53''$ Bujur Timur dan $7^{\circ} 15' 24''$ sampai $7^{\circ} 49' 26''$ Lintang Selatan dengan ketinggian rata-rata 114 m di atas permukaan laut. Sedangkan berdasarkan letak geografisnya sebelah utara Kota Yogyakarta berbatasan dengan Kab. Sleman, sebelah timur berbatasan dengan Kab. Bantul dan Kab. Sleman, sebelah selatan berbatasan dengan Kab. Sleman, sebelah barat berbatasan dengan Kab. Bantul dan Sleman.



Sumber: *inageoportal* 2018

Gambar 4.1 Peta Kota Yogyakarta

Kota Yogyakarta memiliki 14 Kecamatan yaitu Kec. Danurejan, Kec. Gedongtengen, Kec. Gondokusuman, Kec. Gondomanan, Kec. Jetis, Kec. Kotagede, Kec. Kraton, Kec. Mantrijeron, Kec. Mergangsan, Kec. Ngampilan, Kec. Pakualaman, Kec. Tegalrejo, Kec. Umbulharjo, dan Kec. Wirobrajan. Dalam penelitian ini juga dilakukan analisis perbandingan konsentrasi CO di wilayah Kota Yogyakarta dengan transportasi, penduduk, industri, dan meteorologi, serta menganalisis tingkat risiko karbon monoksida (CO) pada pedagang di 9 titik lokasi pemantauan.

4.1.1 Deskripsi Lokasi

Lokasi penelitian yaitu penelitian yang dilakukan di Kota Yogyakarta dengan penelitian yang dilakukan pada tahun 2016-2018. Lokasi penelitian ini ialah daerah-daerah di Daerah Istimewa Yogyakarta yang termasuk wilayah sampling dalam program pemantauan CO yang dilakukan oleh Badan Lingkungan Hidup DIY. Namun tidak semua daerah yang merupakan wilayah sampling termasuk dalam wilayah penelitian, hanya 5 daerah kecamatan dengan 9 titik penelitian. Berikut daerah-daerah yang termasuk ke dalam wilayah penelitian, yaitu:

1. Kec. Gondokusuman
 - Perempatan Mirota Kampus
 - Depan Hotel Saphir
 - Sabirin Kota Baru
2. Kec. Jetis
 - Depan kantor Kecamatan Jetis
 - Depan Hotel Tentrem
3. Kec. Gondomanan
 - Depan RS. PKU Muhammadiyah
 - Pasar Bringharjo

4. Kec. Umbulharjo
 - PT. Jogjatex
5. Kec. Mergangsan
 - Depan Hotel Matahari

4.1.2 Kependudukan

Penduduk Kota Yogyakarta adalah semua orang yang berdomisili di wilayah Kota Yogyakarta selama 6 bulan atau lebih dan atau mereka yang berdomisili kurang dari 6 bulan tetapi bertujuan menetap. Tabel 4.1 dibawah ini merupakan gambaran jumlah penduduk yang berada atau berdomisili di Kota Yogyakarta dari tahun 2016-2018.

Tabel 4.1 Jumlah penduduk Kota Yogyakarta

No	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Laki-laki	Perempuan
1	2016	417.744	203.845	213.899
2	2017	422.732	206.421	216.311
3	2018	427.498	208.792	218.706

Sumber: Badan Pusat Statistika Kota Yogyakarta 2016-2018

4.1.3 Transportasi

Jumlah kendaraan bermotor di Kota Yogyakarta cenderung meningkat di tiap tahunnya. Namun yang menjadi fokus peningkatan jumlah kendaraan dalam penelitian ini adalah tahun 2016-2018. Kecenderungan dalam peningkatan jumlah kendaraan bermotor ini merupakan salah satu indikator tingginya kebutuhan masyarakat di dalam transportasi untuk mobilisasi yang semakin tinggi di suatu wilayah. Peningkatan jumlah kendaraan bermotor ini hampir terjadi di setiap jenis kendaraan, hal tersebut tergambar pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.2 Jumlah kendaraan Kota Yogyakarta

No	Jenis Kendaraan	2016 (Unit)	2017 (Unit)	2018 (Unit)
1	Mobil Penumpang	50.562	54.346	60.780
2	Bus/Microbus	1.056	1.147	1.230
3	Mobil Barang	10.266	10.623	11.226
4	Kendaraan Khusus	656	701	768
5	Sepeda Motor	303.403	309.373	341.986
Total		365.943	376.190	415.990

Sumber: Badan Pusat Statistika Kota Yogyakarta 2016-2018

Peningkatan data jumlah kendaraan di Kota Yogyakarta terjadi di setiap jenis kendaraan. Namun dilihat dari data tersebut peningkatan jumlah kendaraan yang berjenis mobil penumpang terjadi peningkatan yang signifikan pada tiap tahunnya.

4.1.4 Industri

Sektor industri adalah salah satu sektor andalan yang sangat berkontribusi di dalam pembangunan nasional yang secara terus mengalami perkembangan dari tahun ke tahun. Selain memiliki kontribusi terhadap PDB, industri juga memiliki peran penting dan sangat berpengaruh terhadap penciptaan lapangan kerja baru.

Jenis industri yang banyak terdapat di Kota Yogyakarta ini sebagai contoh adalah industri pengolahan tahu dan tempe, industri pengolahan makanan, industri mebel, industri kerajinan bambu, tekstil, konveksi, dll. yang mengubah bahan dasar menjadi barang setengah jadi maupun barang jadi, dan atau yang mengubah barang dasar yang kurang nilainya menjadi barang yang lebih tinggi nilainya. Berikut adalah tabel jumlah industri yang terdapat di Kota Yogyakarta dari tahun 2016-2018:

Tabel 4.3 Jumlah industri Kota Yogyakarta

No	Tahun	Jumlah Industri
1	2016	154
2	2017	180
3	2018	186

Sumber: Badan Pusat Statistika Kota Yogyakarta 2016-2018

4.1.5 Kondisi Meteorologi

Hasil pengamatan data primer yang dilakukan oleh Badan Pusat Statistika Kota Yogyakarta disajikan dalam Tabel 4.4 yang meliputi kondisi meteorologi di Kota Yogyakarta yaitu meliputi Suhu rata-rata, Curah hujan, Kelembaban udara, Tekanan udara, dan Kecepatan angin. Data kondisi meteorologi disajikan pada Tabel 4.4 sebagai berikut:

Tabel 4.4 Kondisi meteorologi

No	Tahun	Suhu Rata-rata (°C)	Curah hujan (mm)	Kelembaban udara (%)	Tekanan udara(mb)	Kecepatan Angin (m/d)
1	2016	26,7	19,7	87,2	1014,0	6,6
2	2017	26,1	14,8	85,3	995,7	0,9
3	2018	26,0	12,1	84,0	995,9	1,0
Jumlah		78,8	46,6	256,5	3005,6	8,5
Rerata		26,3	15,5	85,5	1001,9	2,8

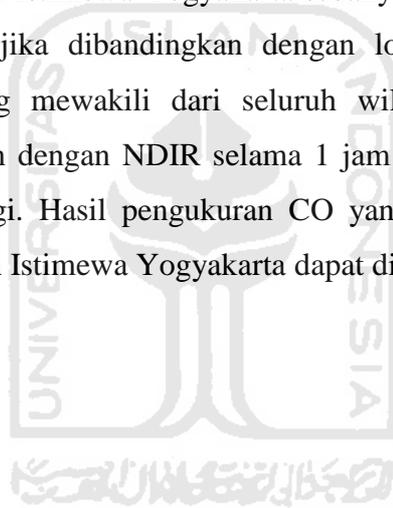
Sumber: BMKG, Stasiun kelas I Yogyakarta 2016-2018

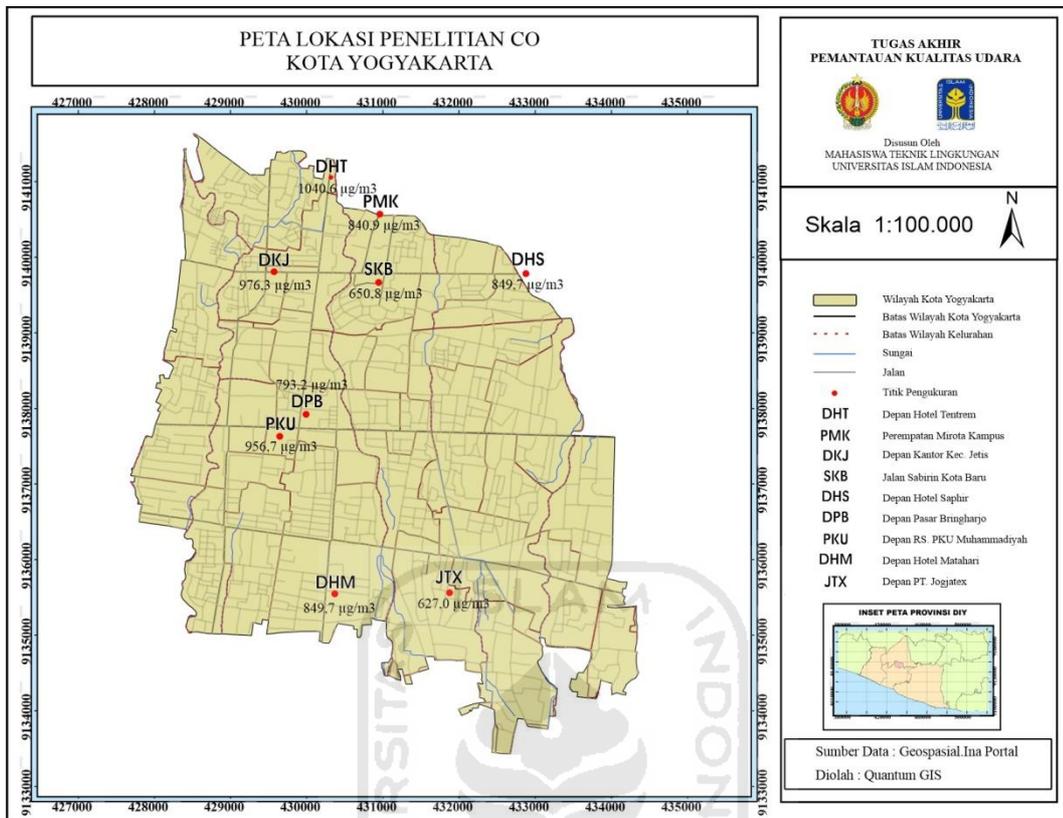
Data pengamatan pada Tabel 4.4 merupakan hasil yang dilakukan oleh Badan Pusat Statistika Kota Yogyakarta. Perbedaan musim penghujan dan musim kemarau dapat mempengaruhi faktor meteorologi. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Nisrina Setyo (2012) mengenai analisis pencemar udara di Jakarta, menyatakan pada kondisi musim kemarau distribusi angin cenderung

rendah dibanding musim penghujan. Rendahnya kondisi angin dapat menyebabkan dispersi atau sebaran polutan menjadi cenderung rendah pada suatu tempat. Pada musim kemarau juga intensitas hujan akan menurun dan cenderung kering hal ini dapat mempengaruhi proses penghilangan polutan di atmosfer. Pengaruhnya musim kemarau terhadap faktor meteorologi lainnya yaitu pada saat musim kemarau suhu akan tinggi karena cuaca yang panas dan kering mempengaruhi kelembaban menjadi lebih rendah.

4.2 Kondisi Udara Ambien

Pengukuran konsentrasi CO di udara ambien dilakukan oleh Badan Lingkungan Hidup Daerah Istimewa Yogyakarta sebanyak 9 titik dan merupakan konsentrasi yang tinggi jika dibandingkan dengan lokasi penelitian lainnya, sehingga dianggap paling mewakili dari seluruh wilayah Kota Yogyakarta. Pengukuran CO dilakukan dengan NDIR selama 1 jam dengan mengambil nilai rerata konsentrasi tertinggi. Hasil pengukuran CO yang dilakukan oleh Badan Lingkungan Hidup Daerah Istimewa Yogyakarta dapat disajikan sebagai berikut:





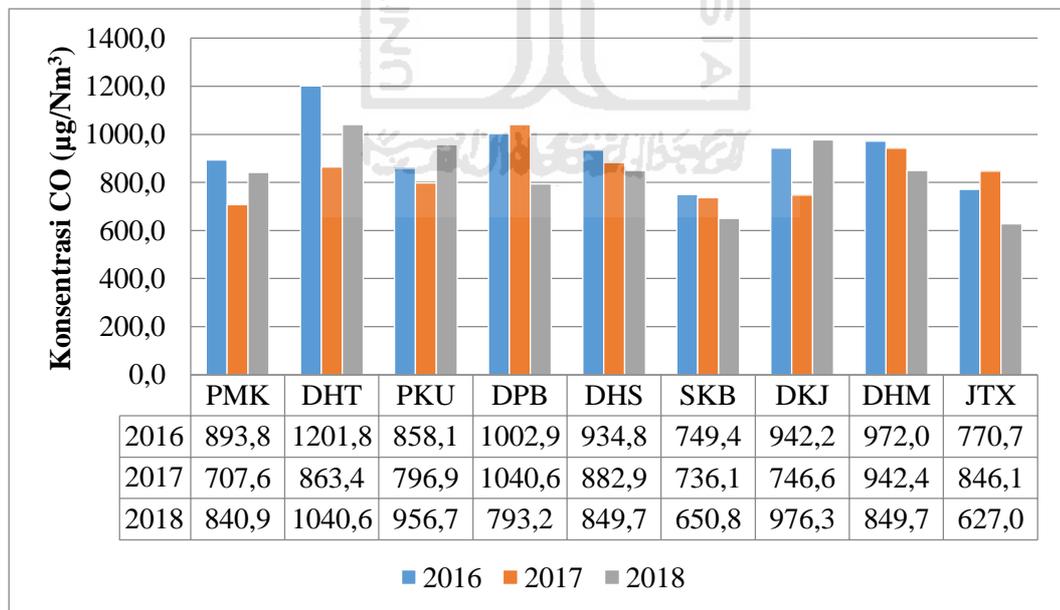
Sumber: *inageoportal 2018*

Gambar 4.2 Peta pemantauan pencemaran udara Kota Yogyakarta

Tabel 4.5 Konsentrasi CO Kota Yogyakarta

No	Lokasi (Kode)	Parameter CO Berdasarkan Tahun ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)		
		2016	2017	2018
1	PMK	893,8	707,6	840,9
2	DHT	1201,8	863,4	1040,6
3	PKU	858,1	796,9	956,7
4	DPB	1002,9	1040,6	793,2
5	DHS	934,8	882,9	849,7
6	SKB	749,4	736,1	650,8
7	DKJ	942,2	746,6	976,3
8	DHM	972,0	942,4	849,7
9	JTX	770,7	846,1	627,0
Jumlah		8325,6	7562,8	7584,7
Rata-rata		925,1	840,3	842,7

Sumber: Badan Lingkungan Hidup DIY



Gambar 4.3 Konsentrasi CO Kota Yogyakarta 2016-2018

4.2.1 Konsentrasi CO di Setiap Titik Penelitian

Dari Gambar 4.3 konsentrasi CO di lokasi penelitian Perempatan Mirota Kampus yang dilakukan Badan Lingkungan Hidup Daerah Istimewa Yogyakarta sebesar $893,8 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, penelitian pada tahun berikutnya terjadi penurunan konsentrasi mencapai $707,6 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ karena pada tahun tersebut Dinas Perhubungan Kota Yogyakarta melakukan rekayasa lalu lintas dengan menghilangkan divider atau pembatas jalan yang bertujuan untuk menambahkan jalur, hal itu diperkuat dalam penelitian yang dilakukan oleh (Hermawan, 2015) dalam upaya *traffic management* dan rekayasa lalu lintas, strategi upaya tersebut dinilai langkah yang tepat dalam menguraikan titik kemacetan. Pada penelitian yang dilakukan pada tahun 2018 konsentrasi CO di udara mengalami peningkatan mencapai $840,9 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, karena pola parkir yang tidak dilakukan dengan baik dapat berpengaruh terhadap kapasitas jalan dan kecepatan kendaraan (Daniel, 2011), yang menyebabkan terjadinya kepadatan arus lalu lintas di sekitar Perempatan Mirota Kampus.

Konsentrasi CO di lokasi penelitian Depan Hotel Tentrem yang dilakukan Badan Lingkungan Hidup Daerah Istimewa Yogyakarta sebesar $1201,8 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, penelitian pada tahun berikutnya terjadi penurunan konsentrasi mencapai $863,4 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, hal tersebut dikarenakan sering dilakukannya festival di daerah Tugu Yogyakarta pada tahun tersebut dan terjadinya penutupan jalan, yang berpengaruh terhadap mobilitas dan aktivitas lalu lalang kendaraan menjadi berkurang (Sahniza, 2015), sehingga menyebabkan terjadinya penurunan konsentrasi polutan di udara di sekitar ruas jalan Depan Hotel Tentrem atau Jalan AM. Sangaji. Sedangkan pada tahun berikutnya dilakukan penelitian konsentrasi CO terjadi penurunan konsentrasi mencapai $1040,6 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, dikarenakan pada ruas jalan AM. Sangaji sering terjadi kemacetan yang diakibatkan oleh peningkatan jumlah kendaraan dan perlu dilakukannya evaluasi kinerja pelayanan lalu lintas pada ruas jalan tersebut (Kushari, 2018).

Konsentrasi CO di lokasi penelitian Depan RS. PKU Muhammadiyah yang dilakukan Badan Lingkungan Hidup Daerah Istimewa Yogyakarta sebesar $858,1 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, penelitian pada tahun berikutnya terjadi penurunan konsentrasi mencapai $769,9 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ hal tersebut dikarenakan dilakukannya perubahan pola parkir di Jalan KH. Ahmad Dahlan hal tersebut diperkuat (Akbar, 2015) yang menyatakan bahwa perubahan pola parkir menjadi paralel skenario tersebut berdampak terhadap kelancaran dan menghasilkan kinerja jalan yang lebih baik. Berbanding terbalik pada penelitian pada tahun berikutnya yang dilakukan pada tahun 2018 terjadi peningkatan konsentrasi CO mencapai $956,7 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, hal tersebut dikarenakan terjadinya peningkatan volume kendaraan dan menurut Peraturan Menteri No. 96 tahun 2015 tentang tingkat pelayanan pada ruas jalan di dalam penelitian yang dilakukan oleh (Almalany, 2018), tingkat pelayanan $>1,00$ atau arus yang dipaksakan atau macet kecepatan rendah, antrian panjang dan terjadi hambatan-hambatan yang besar ditandai dengan kondisi:

- a. Kepadatan lalu lintas sangat tinggi dan volume rendah serta terjadi kemacetan untuk durasi yang cukup lama
 - b. Arus tertahan dan terjadi antrian kendaraan panjang dengan kecepatan kurang dari 30 (tiga puluh) kilometer per jam
 - c. Dalam keadaan antrian kecepatan turun sampai 0 (nol)
- (Abubakar, 1996),

Meninjau dari data kecepatan kendaraan yang berada di Jalan KH. Ahmad Dahlan pada tahun 2018 persentase kecepatan tertinggi rata-rata adalah 27 km/jam yakni sebesar 34%, sedangkan kendaraan yang mencapai kecepatan 32 km/jam hanya 4%. Hal ini diiringi dengan antrian panjang kendaraan serta penurunan kecepatan hingga 0 (nol). Dengan demikian tingkat pelayanan yang terjadi menurut Peraturan Menteri No. 96 tahun 2012 adalah arus yang dipaksakan atau macet kecepatan rendah, antrian panjang dan terjadi hambatan-hambatan yang

besar sehingga menyebabkan konsentrasi polutan CO di udara semakin meningkat.

Konsentrasi CO di lokasi penelitian Depan Pasar Bringharjo yang dilakukan Badan Lingkungan Hidup Daerah Istimewa Yogyakarta sebesar $1002,9 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, penelitian pada tahun berikutnya terjadi peningkatan konsentrasi mencapai $1040,6 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, dikarenakan dalam penelitian (Daniel, 2011), kegiatan atau pola aktivitas yang dilakukan oleh pejalan kaki mempengaruhi terhadap kapasitas jalan dan kecepatan kendaraan, dimana lokasi Pasar Bringharjo berdekatan dengan destinasi wisata andalan Kota Yogyakarta yaitu Malioboro. Pada penelitian tahun 2018 terjadi penurunan konsentrasi CO di udara mencapai $793,2 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, hal tersebut terjadi karena adanya penertiban terhadap aktivitas pedagang kaki lima, menurut penelitian yang dilakukan oleh (Dewanto,2004) menyampaikan masalah-masalah yang ditimbulkan oleh Pedagang Kaki Lima (PKL), yaitu:

- a. Mengganggu aktivitas masyarakat dan mobilitas kendaraan
- b. Penggunaan trotoar tidak sesuai dengan fungsi dan peruntukannya
- c. Menimbulkan kesan kumuh
- d. Kehadiran PKL menimbulkan sampah yang tidak sedikit setiap harinya
- e. Menurunkan kualitas fisik suatu kawasan tertentu karena tidak tertata.

Konsentrasi CO di lokasi penelitian Depan Hotel Saphir yang dilakukan Badan Lingkungan Hidup Daerah Istimewa Yogyakarta sebesar $934,8 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, penelitian pada tahun berikutnya pada tahun 2017 dan 2018 terjadi penurunan konsentrasi mencapai $882,9 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan $849,7 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ hal tersebut diakibatkan karena dilakukannya evaluasi terhadap pelayanan fasilitas pejalan kaki. Sebagai mana diketahui Jalan Laksada Adi Sucipto merupakan jalan yang melewati kawasan Hotel Saphir dan merupakan jalan yang didominasi oleh kawasan perdagangan, dimana di jalan tersebut terdapat pusat perbelanjaan Ambarukmo Plaza sehingga dibutuhkan fasilitas pejalan kaki yang mampu melayani. Hal

tersebut diperkuat oleh penelitian (Hermawan, 2014) yang mengungkapkan bahwa keberadaan kawasan perdagangan tentunya akan menimbulkan konflik antara pejalan kaki dengan arus lalu lintas.

Konsentrasi CO di lokasi penelitian Jalan Sabirin Kota Baru yang dilakukan Badan Lingkungan Hidup Daerah Istimewa Yogyakarta sebesar $794,4 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, penelitian pada tahun berikutnya pada tahun 2017 dan 2018 terjadi penurunan konsentrasi mencapai $736,1 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan $650,8 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, karena dilakukannya relokasi pedagang kaki lima PKL dan perbaikan trotoar yang bertujuan untuk mengembalikan ketertiban baik di suatu kawasan, jalan raya atau kota. Relokasi ini juga menurut (Harianto, 2001), merupakan upaya menempatkan kembali suatu kegiatan tertentu ke lahan yang sesuai dengan peruntukannya. Terlebih Kawasan Kota Baru ini ditetapkan sebagai Kawasan Cagar Budaya melalui SK Gubernur DIY No.186/KEP/2011 tentang penetapan Kawasan Cagar Budaya karena Kota Baru merupakan suatu kawasan atau hunian yang dibangun oleh Belanda pada tahun 1917 sehingga memiliki citra kawasan yang tentu saja kehadiran Pedagang Kaki Lima atau PKL di kawasan tersebut pada dasarnya tidak direncanakan sehingga memunculkan suatu permasalahan bagi suatu kawasan khususnya Jalan Sabirin Kota Baru karena tidak tertata dengan rapi.

Konsentrasi CO di lokasi penelitian yang dilakukan Depan Kantor Kecamatan Jetis oleh Badan Lingkungan Hidup Daerah Istimewa Yogyakarta sebesar $942,2 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, pada penelitian berikutnya yaitu pada tahun 2018 terjadi penurunan konsentrasi CO di udara mencapai $746,6 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ yang di akibatkan oleh dilakukannya penertiban pola parkir yang bertujuan agar mobilisasi kendaraan yang melintas tidak terhambat, Akbar (2015) yang menyatakan bahwa perubahan pola parkir menjadi paralel skenario tersebut berdampak terhadap kelancaran dan menghasilkan kinerja jalan yang lebih baik. Penelitian tahun berikutnya yang dilakukan pada tahun 2018 mengalami peningkatan sehingga mencapai $976,3 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, yang diakibatkan oleh meningkat nya jumlah wisatawan

mancanegara di hotel berbintang di Kota Yogyakarta, dengan jumlah wisatawan mancanegara di Hotel Bintang tahun 2018 sebanyak 368.198 orang, yang berarti mengalami kenaikan dibandingkan tahun sebelumnya. Kantor Kecamatan Jetis berdekatan dengan Hotel Bintang karena di daerah atau kawasan tersebut terdapat salah satu destinasi wisata andalan yaitu Tugu Yogyakarta.

Konsentrasi CO di lokasi penelitian Depan Hotel Matahari, Jl. Parangtritis yang dilakukan Badan Lingkungan Hidup Daerah Istimewa Yogyakarta sebesar $972,0 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, dan mengalami penurunan pada tahun 2017 dan 2018 mencapai $924,4 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan $849,7 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ hal tersebut terjadi karena tidak terjadinya kemacetan di ruas Jalan Parangtritis sehingga konsentrasi yang terjadi selalu mengalami penurunan, menurut Bina Marga Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dalam penelitian (Fatwi, 2012), Jalan Parangtritis merupakan jalan kolektor primer. Adapun kriteria jalan kolektor primer menurut Panduan Penentuan Klasifikasi Fungsi Jalan No. 010/T/BNKT/1990 yaitu:

- a. Jalan kolektor primer melalui atau menuju kawasan primer atau jalan arteri primer,
- b. Jalan kolektor primer dalam kota merupakan terusan jalan kolektor primer luar kota,
- c. Jalan kolektor primer dirancang berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 40 km/jam,
- d. Lebar badan jalan kolektor primer tidak kurang dari 7 meter,
- e. Lokasi parkir pada badan jalan sangat dibatasi dan seharusnya tidak diizinkan pada jam sibuk.

Konsentrasi CO di lokasi penelitian PT. Jogjatex Umbulharjo yang dilakukan Badan Lingkungan Hidup Daerah Istimewa Yogyakarta sebesar $770,7$

$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, mengalami peningkatan pada tahun 2017 mencapai $846,1 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan pada penelitian pada tahun 2018 mengalami penurunan mencapai $627 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$.

4.3 Dampak Karbon Monoksida Terhadap Lingkungan

Menurut Soedomo (2001), Karbon Monoksida dapat mempengaruhi kesehatan, yaitu tekanan fisiologikal, terutama pada penderita penyakit jantung, dan keracunan darah. Sedangkan menurut Gintings (1995) bahwa CO dapat menyebabkan penurunan dari daya tampung darah untuk oksigen. Gas CO dalam konsentrasi tinggi dapat menyebabkan gangguan kesehatan, bahkanjuga dapat menyebabkan kematian.

Gas CO apabila terhisap ke dalam paru-paru akan mengikuti peredaran darah dan akan menghalangi masuknya oksigen (O_2) yang dibutuhkan oleh tubuh. Karena ketika manusia bernafas gas yang ada di udara seperti oksigen, karbon monoksida, dan gas-gas lainnya akan ikut terhirup masuk kedalam paru-paru mengalir ke alveoli dan masuk ke aliran darah. Gas CO dapat masuk kedalam darah dan juga meningkat kadar gas CO di dalam tubuh (Mukono,2006). Hal ini dapat terjadi karena gas CO bersifat racun metabolis, ikut bereaksi secara metabolis dengan darah menjadi karboksihemoglobin (COHb). Gas karbon monoksida yang masuk kedalam tubuh yang melalui sistem pernafasan akan terdifusi oleh membran alveolar bersama oksigen. Setelah larut di dalam darah, karbon monoksida akan berikatan dengan hemoglobin dan membentuk senyawa COHb (WHO,2010). Ikatan karboksihemoglobin jauh lebih stabil dari pada ikatan oksigen dengan darah (oksihemoglobin). Keadaan ini menyebabkan darah menjadi lebih mudah menangkap CO dan menyebabkan fungsi vital darah sebagai pengangkut oksigen terganggu (Yulianti et al., 2013).

Hemoglobin di dalam darah bertujuan dalam sistem transport untuk membawa oksigen yang berbentuk *oxyhemoglobin* (O_2Hb) dari paru-paru yang menyebar ke seluruh tubuh dan membawa gas CO_2 dalam bentuk senyawa

CO₂Hb ke paru-paru. Dengan adanya COHb tersebut maka kemampuan darah yang bertugas mentransport oksigen ke seluruh tubuh menjadi berkurang. Akibatnya suplai oksigen yang berada di jaringan berkurang dan terjadi hipoksia, dan tentu saja jaringan dan sel-sel tubuh mengalami kekurangan oksigen. Oleh sebab itu faktor penting dalam menentukan pengaruh gas karbon dioksida terhadap tubuh manusia adalah konsentrasi dari COHb yang terkandung di dalam darah, di mana apabila semakin tinggi konsentrasi dari COHb yang berada di dalam darah akan semakin besar pengaruhnya terhadap kesehatan (Fardiaz, 1992). Keracunan gas karbon monoksida sulit untuk dideteksi karena gejalanya yang bersifat umum dan hampir mirip dengan gejala flu biasa. Tetapi paparan gas CO pada dosis tinggi dapat mempengaruhi otak, menyebabkan mual, dan kematian (Mukono, 2011).

Gas CO dalam konsentrasi tinggi dapat menyebabkan gangguan kesehatan, bahkan juga dapat menyebabkan kematian. Gas CO apabila terhisap ke dalam paru-paru akan mengikuti peredaran darah dan akan menghalangi masuknya oksigen (O₂) yang dibutuhkan oleh tubuh. Hal ini dapat terjadi karena gas CO bersifat racun metabolis, ikut bereaksi secara metabolis dengan darah menjadi karboksihemoglobin (COHb). Ikatan karboksihemoglobin jauh lebih stabil dari pada ikatan oksigen dengan darah (oksihemoglobin). Keadaan ini menyebabkan darah menjadi lebih mudah menangkap CO dan menyebabkan fungsi vital darah sebagai pengangkut oksigen terganggu (Margulies, 1986). Konsentrasi CO₂ di udara sekitar 80 ppm dan konsentrasi COHb dalam darah sekitar 13%, maka seseorang akan sulit bernapas, bila konsentrasi semakin tinggi serta terjadi dalam waktu lama dapat berakibat seseorang pingsan bahkan sampai kematian. Keracunan kronis akan mengakibatkan gangguan syaraf pusat dengan gejala fisik dan gangguan mental (Elshevier, 1984).

Di dalam penelitian analisis konsentrasi gas CO yang dilakukan oleh Sendi (2012) mengatakan bahwa, terpaparnya gas CO dalam darah (COHb) pada

manusia ini akan mengakibatkan penurunan kapasitas darah untuk mengikat oksigen. Kadar COHb dalam akan naik apabila CO meningkat dan aktifitas fisik juga meningkat. Paparan yang berlebihan pada manusia akan mengakibatkan pengrusakan penglihatan dan kesadaran, fungsi sistem kontrol syaraf turun serta fungsi jantung dan paru-paru menurun bahkan dalam kondisi yang berlebihan dapat menyebabkan kematian. Paparan gas karbon monoksida (CO) juga berpengaruh terhadap terjadinya kelelahan kerja, karena afinitas hemoglobin terhadap gas karbon monoksida (CO) 210 kali lebih besar dibandingkan afinitasnya terhadap O₂. Hal tersebut menyebabkan kapasitas darah sebagai pengangkut oksigen menurun. Sedangkan, kelelahan kerja terjadi karena adanya kekurangan oksigen dan adanya penimbunan hasil-hasil metabolit otot (yang berupa asam laktat dan CO₂) yang masuk ke dalam aliran darah (Wahyu, 2012). Gejala yang terasa dimulai dengan pusing-pusing, kurang dapat memperhatikan sekitarnya, kemudian terjadi kelainan fungsi susunan syaraf pusat, perubahan fungsi paru-paru dan jantung, terjadi rasa sesak napas, pingsan pada kadar CO sebesar 250 ppm, dan akhirnya dapat menyebabkan kematian pada 750 ppm. Dalam udara bebas, kadar CO jarang dapat mencapai kadar 100 ppm. Namun bagi mereka yang telah mengidap penyakit-penyakit seperti paru-paru, jantung, dan perokok, maka CO dalam dosis rendah dapat menimbulkan gangguan atau memperparah penyakit yang ada karena sebagian Hb-nya sudah terikat oleh CO (Bernstein, 1995).

Selain menyebabkan dampak buruk bagi kesehatan manusia, efek dari CO sebagai polutan udara juga berpotensi menyebabkan terjadinya hujan asam, Efek hujan asam yang terjadi sebagai efek primer adalah terjadinya proses acidifikasi danau atau sungai, dimana dari hujan ini dapat mengakibatkan pelapukan bebatuan dan pengkaratan logam (Mayer, 2015).

Hujan asam adalah salah satu indikator untuk melihat kondisi pencemaran udara. Di udara atmosfer, presipitasi basah dari polutan di udara yang larut dalam

awan akan jatuh ke bumi dalam bentuk hujan, salju dan kabut. Akibat adanya pencemaran udara yang tinggi, daerah-daerah yang padat industri ataupun kendaraan bermotor terutama Kota besar di Indonesia telah mengalami hujan asam. Endapan asam yang dihasilkan menyebabkan kerusakan lingkungan yang serius terhadap ekosistem air dan tanah, bangunan-bangunan budaya serta gedung-gedung (Smith, 2015).

Perairan seperti danau yang kelebihan zat asam pada danau akan mengakibatkan sedikitnya spesies yang bertahan hidup. Jenis plankton dan *invertebrate* merupakan makhluk yang paling pertama mati akibat pengaruh pengasaman. Jika air di danau memiliki pH di bawah 5, lebih dari 75% dari spesies ikan akan hilang. Ini disebabkan oleh pengaruh rantai makanan, yang secara signifikan berdampak pada keberlangsungan suatu ekosistem (Pascal, 2015).

Air sungai dan danau di negara Skandinavia memiliki tingkat keasamaan tinggi hal ini diakibatkan oleh hujan asam yang terjadi di Skandinavia, berbagai jenis ikan termasuk ikan salmon Atlantik dan ikan *trout* coklat mati dan hilang. Hujan asam juga berpengaruh pada bangunan-bangunan yang berada di sebagian negara Skandinavia yang terkena dampak hujan asam, air hujan yang mengandung asam melarutkan bahan-bahan beton dan juga lantai-lantai serta ukiran-ukiran batu alam. Endapan asam yang terus berlangsung dalam jangka waktu yang lama akan berdampak kerusakan yang lebih besar, dan lingkungan akan berubah secara signifikan (Pascal, 2015).

Bahan pencemar yang dikeluarkan oleh sumber-sumber emisi seperti polusi hasil industri dan transportasi akan mempengaruhi kualitas air hujan. Air bersih umumnya memiliki pH sebesar 6 – 7 sedangkan air yang terkontaminasi oleh asam atau yang kita kenal sebagai hujan asam memiliki pH kurang dari 5,6. Polutan karbon monoksida menjadi salah satu penyumbang polutan yang dapat mengakibatkan terjadinya hujan asam (Kurniawan, 2009). Asam-asam yang terkandung dalam air hujan adalah karbonat, nitrat dan sulfat (Manahan, 2000).

Asam-asam tersebut merupakan polutan sekunder sebagai hasil reaksi kimia di atmosfer dari polutan primer CO, CO₂, NO₂, SO₂ yang berasal dari proses pembakaran (Butler, dkk, 2003). Selain itu dampak yang akan terjadi apabila terjadinya hujan asam juga berdampak terhadap tanah yang akan kehilangan kesuburannya akibat masuknya zat pencemar yang dihasilkan dari hujan asam, selain itu berpengaruh juga terhadap biota air atau makhluk hidup yang berada di aliran air sungai maupun yang berada di lautan (Manahan, 2000).

Polutan CO juga dapat mengakibatkan pengikisan terhadap lapisan Ozon ketika bergabung dengan gas-gas lainnya yang berpotensi mengakibatkan pengikisan Ozon. Pengikisan lapisan ozon di stratosfer akibat kerusakan ozon oleh senyawa nitrogen oksida, *mthyl bromida*, *carbon*, *methyl chloroform* dapat menimbulkan dampak negatif bagi kelangsungan hidup organisme di bumi. Pengaruh penipisan lapisan ozon menimbulkan intensitas sinar ultra violet dari radiasi matahari yang sampai ke permukaan bumi menjadi lebih besar (iglesias, *et al*, 2006). Hal tersebut memberi dampak terhadap terjadinya perubahan iklim yang dapat menyebabkan kenaikan temperatur di permukaan bumi sehingga mengakibatkan terjadinya kenaikan permukaan laut, hal ini dikarenakan oleh peleburan/pencairan gletser dan gunung-gunung es di daerah kutub. Kenaikan permukaan laut mempunyai dampak langsung pada garis pantai dan bahkan dapat membanjiri pulau-pulau kecil atau kawasan kota yang rata dengan pantai. Dapat juga mengakibatkan cuaca ekstrim yang akan memunculkan badai-badai lebih hebat, musim kering berkepanjangan, banjir, angin topan dan gejala cuaca lainnya yang mempunyai dampak langsung pada kehidupan sosial dan ekonomi manusia (Hidayati, 2002).

Dengan dilakukannya pengendalian dibawah ini diharapkan dapat menanggulangi pencemaran yang diakibatkan oleh gas karbon monoksida, antara lain:

- Menurunkan laju emisi pencemar dari setiap kendaraan untuk setiap kilometer jalan yang di tempuh.
- Penurunan jumlah dan kerapatan total kendaraan di dalam suatu daerah tertentu.
- Mengurangi penggunaan bahan bakar fosil/minyak Bumi, batubara dan gas pada aktifitas industri.
- Memasang filter *scrubber* pada cerobong untuk bisa menyaring polusi yang akan di lepaskan ke udara.
- Tidak melakukan aktivitas seperti pembakaran sampah sembarangan, mencegah pembukaan lahan untuk aktivitas perkebunan atau pertanian dengan cara pembakaran hutan.
- Penyediaan *green belt* atau sabuk hijau.
- Penyediaan RTH yang berfungsi sebagai kawasan hijau seperti pertamanan kota, hutan kota, rekreasi kota (Suprayitno, 2000).

4.4 Beban Emisi Kendaraan

Dengan meningkatnya jumlah kendaraan di Kota Yogyakarta secara tidak langsung berdampak terhadap peningkatan dari beban emisi pencemaran udara, beban emisi udara tersebut berasal dari berbagai sumber, baik itu sumber area, titik maupun bergerak. Kota Yogyakarta merupakan kota pendidikan yang mengakibatkan emisi yang dihasilkan adalah sebagian besar berasal dari sumber yang bergerak. Dengan dilakukannya perhitungan beban emisi kendaraan ini diharapkan dapat menghitung beban emisi pencemar udara yang dihasilkan dari transportasi atau kendaraan dan mengetahui jumlah emisi yang dihasilkan dari tiap-tiap sumber.

4.4.1 Beban Emisi Kendaraan Kota Yogyakarta

Tabel 4.6 Panjang jalan dan VKT

Tahun	Panjang jalan Nasional di Kota (km)	Panjang Jalan Kota (km)	VKT
2016	18,13	248,09	266,22
2017	19,13	248,09	267,22
2018	20,13	248,09	268,22

Tingkat aktivitas dinyatakan dengan panjang perjalanan seluruh kendaraan bermotor. Sehingga rumus yang digunakan adalah:

$$E = \text{Volume kendaraan} \times \text{VKT} \times \text{FE} \times 10^{-6}$$

Dimana:

E = Beban Emisi (ton/tahun)

Volume Kendaraan = Jumlah Kendaraan (Kendaraan/tahun)

VKT = Total Panjang Perjalanan Kendaraan (km)

Fe = Faktor Emisi (g/km/kendaraan)

$$E = \text{Volume Kendaraan} \times \text{VKT} \times \text{FE} \times 10^{-6}$$

$$E = 60828 \times 266,22 \times 32,4 \times 10^{-6}$$

$$= 647,7$$

Tabel 4.7 Hasil perhitungan beban emisi Kota Yogyakarta

No	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan			Faktor Emisi CO (FE)	Beban Emisi (E)	Beban Emisi (E)	Beban Emisi (E)
		2016 (Unit)	2017 (unit)	2018 (unit)		ton/tahun (2016)	ton/tahun (2017)	ton/tahun (2018)
1	Mobil (Campur)	60828	64969	72006	40	647,7	691,8	766,8
2	Bus/Microbus	1056	1147	1230	11	3,092	3,359	3,602
3	Kendaraan Khusus/Truk	656	701	768	8,4	1,467	1,568	1,7
4	Sepeda Motor	303403	309373	341986	14	1130,8	1153,1	1274,6
Total						1783,1	1849,8	2046,7

4.4.2 Beban Emisi Kendaraan di Titik Pengukuran udara

Tabel 4.8 Hasil perhitungan beban emisi Perempatan Mirota Kampus

No	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan (Unit)	Faktor Emisi (FE)	Panjang Jalan di Titik Lokasi Penelitian (km)	Beban Emisi (E) ton/tahun (2018)
1	Mobil (Campur)	72006	40	0,193	0,556
2	Bus/Microbus	1230	11	0,193	0,003
3	Kendaraan Khusus/Truk	768	8,4	0,193	0,001
4	Sepeda Motor	341986	14	0,193	0,924
Total					1,48

Tabel 4.9 Hasil perhitungan beban emisi Hotel Tentrem

No	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan (Unit)	Faktor Emisi (FE)	Panjang Jalan di Titik Lokasi Penelitian (km)	Beban Emisi (E) ton/tahun (2018)
1	Mobil (Campur)	72006	40	0,097	0,279
2	Bus/Microbus	1230	11	0,097	0,001
3	Kendaraan Khusus/Truk	768	8,4	0,097	0,001
4	Sepeda Motor	341986	14	0,097	0,464
Total					0,7

Tabel 4.10 Hasil perhitungan beban emisi depan RS PKU Muhammadiyah

No	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan (Unit)	Faktor Emisi (FE)	Panjang Jalan di Titik Lokasi Penelitian (km)	Beban Emisi (E) ton/tahun (2018)
1	Mobil (Campur)	72006	40	0,090	0,259
2	Bus/Microbus	1230	11	0,090	0,001
3	Kendaraan Khusus/Truk	768	8,4	0,090	0,001
4	Sepeda Motor	341986	14	0,090	0,431
Total					0,7

Tabel 4.11 Hasil perhitungan beban emisi Depan Pasar Bringharjo

No	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan (Unit)	Faktor Emisi (FE)	Panjang Jalan di Titik Lokasi Penelitian (km)	Beban Emisi (E) ton/tahun (2018)
1	Mobil (Campur)	72006	40	0,100	0,288
2	Bus/Microbus	1230	11	0,100	0,001
3	Kendaraan Khusus/Truk	768	8,4	0,100	0,001
4	Sepeda Motor	341986	14	0,100	0,479
Total					0,8

Tabel 4.12 Hasil perhitungan beban emisi Depan Hotel Saphir

No	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan (Unit)	Faktor Emisi (FE)	Panjang Jalan di Titik Lokasi Penelitian (km)	Beban Emisi (E) ton/tahun (2018)
1	Mobil (Campur)	72006	40	0,119	0,343
2	Bus/Microbus	1230	11	0,119	0,002
3	Kendaraan Khusus/Truk	768	8,4	0,119	0,001
4	Sepeda Motor	341986	14	0,119	0,570
Total					0,9

Tabel 4.13 Hasil perhitungan beban emisi Jalan Sabirin Kota Baru

No	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan (Unit)	Faktor Emisi (FE)	Panjang Jalan di Titik Lokasi Penelitian (km)	Beban Emisi (E) ton/tahun (2018)
1	Mobil (Campur)	72006	40	0,374	1,077
2	Bus/Microbus	1230	11	0,374	0,005
3	Kendaraan Khusus/Truk	768	8,4	0,374	0,002
4	Sepeda Motor	341986	14	0,374	1,791
Total					2,9

Tabel 4.14 Hasil perhitungan beban emisi Depan Kantor Kecamatan Jetis

No	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan (Unit)	Faktor Emisi (FE)	Panjang Jalan di Titik Lokasi Penelitian (km)	Beban Emisi (E) ton/tahun (2018)
1	Mobil (Campur)	72006	40	0,121	0,349
2	Bus/Microbus	1230	11	0,121	0,002
3	Kendaraan Khusus/Truk	768	8,4	0,121	0,001
4	Sepeda Motor	341986	14	0,121	0,579
Total					0,9

Tabel 4.15 Hasil perhitungan beban emisi Depan Hotel Matahari

No	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan (Unit)	Faktor Emisi (FE)	Panjang Jalan di Titik Lokasi Penelitian (km)	Beban Emisi (E) ton/tahun (2018)
1	Mobil (Campur)	72006	40	0,081	0,2333
2	Bus/Microbus	1230	11	0,081	0,0011
3	Kendaraan Khusus/Truk	768	8,4	0,081	0,0005
4	Sepeda Motor	341986	14	0,081	0,3878
Total					0,6

Tabel 4.16 Hasil perhitungan beban emisi Depan PT. Jogjatex

No	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan (Unit)	Faktor Emisi (FE)	Panjang Jalan di Titik Lokasi Penelitian (km)	Beban Emisi (E) ton/tahun (2018)
1	Mobil (Campur)	72006	40	0,049	0,1411
2	Bus/Microbus	1230	11	0,049	0,0007
3	Kendaraan Khusus/Truk	768	8,4	0,049	0,0003
4	Sepeda Motor	341986	14	0,049	0,2346
Total					0,4

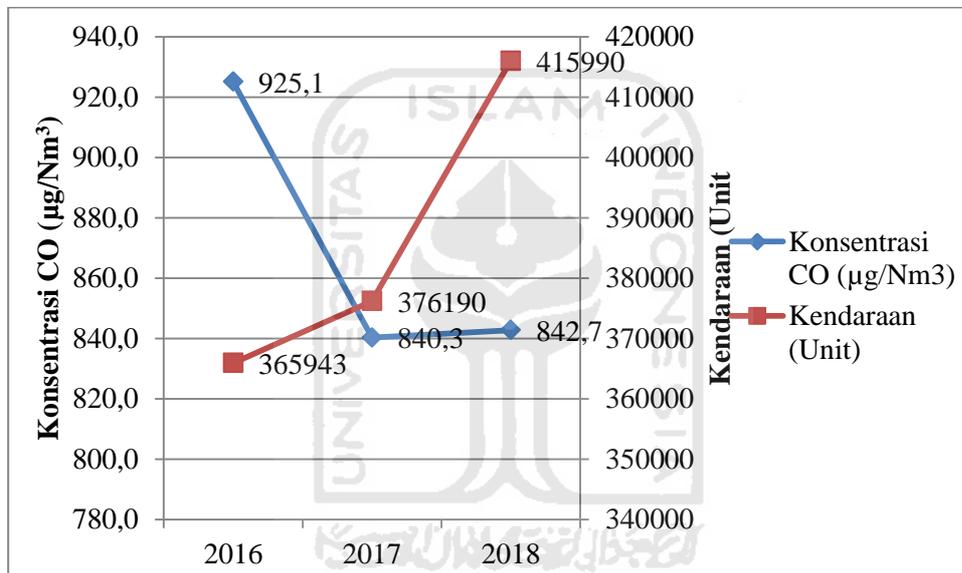
Dari perhitungan beban emisi yang dilakukan emisi terbesar didominasi oleh kendaraan sepeda motor. Emisi yang dihasilkan oleh kendaraan sepeda motor mencapai 1274,6 ton/tahun untuk skala Kota Yogyakarta, sedangkan untuk perhitungan emisi di titik pengukuran mencapai 2,9 ton/tahun yang berada di titik pengukuran Jalan Sabirin Kota Baru yang merupakan nilai tertinggi.

Dengan data tersebut dapat disimpulkan bahwa pencemar karbon monoksida (CO) pada jalan raya yang dilalui diakibatkan oleh kendaraan bermotor khususnya yaitu sepeda motor. Selain jumlahnya paling besar, untuk kendaraan sepeda motor yang berbahan bakar bensin mempunyai faktor emisi yang juga besar yaitu 14 g/km. Jumlah beban emisi terbesar kedua adalah kendaraan mobil (bensin) selain jumlahnya besar juga mempunyai faktor emisi yang besar juga yaitu sebesar 40, selain itu kepadatan lalu lintas juga sangat berpengaruh terhadap emisi dari kendaraan bermotor, semakin rendah kecepatan kendaraan maka semakin tinggi gas CO di setiap ruas jalan raya (Hodijah, 2014).

4.5 Perbandingan Parameter

4.5.1 Transportasi

Untuk mengetahui besar pengaruh jumlah dari kendaraan bermotor terhadap tingginya nilai rata-rata konsentrasi polutan CO di Kota Yogyakarta, maka nilai rata-rata konsentrasi polutan CO dan jumlah kendaraan bermotor atau transportasi akan dijabarkan di dalam tabel 4.6 dan selanjutnya kedua data tersebut akan dibandingkan dengan grafik. Data jumlah kendaraan merupakan data yang bersumber dari Badan Pusat Statistika (BPS) Kota Yogyakarta.



Gambar 4.4 Konsentrasi CO dengan jumlah kendaraan

Menurut (Gunawan, 2008), sektor transportasi memberikan kontribusi yang cukup besar terhadap konsentrasi polutan di udara yang di akibatkan oleh hasil pembakaran dan emisi gas buang kendaraan-kendaraan bermotor. Pencemaran yang terjadi di daerah perkotaan sebesar 70% diakibatkan oleh kendaraan bermotor.

Berdasarkan tabel konsentrasi CO dengan Transportasi atau kendaraan pada tahun 2016-2017 terjadi penurunan sebesar $84.8\mu\text{g}/\text{m}^3$ dengan penambahan jumlah kendaraan yaitu sebesar 10.247 unit, penelitian ini dilakukan di 9 titik penelitian di jalan raya yang padat kendaraan, Faktor-faktor yang menyebabkan volume kendaraan di Kota Yogyakarta berbanding terbalik dengan konsentrasi CO di udara ambien di antaranya adalah faktor kebijakan pemerintah dalam upaya mengatasi pencemaran udara setiap tahunnya salah satu upaya pemerintah Kota Yogyakarta adalah dengan melakukan uji emisi secara berkala dalam satu tahun menurut data dari Badan Lingkungan Hidup DIY di Kota Yogyakarta, pengukuran emisi sumber bergerak sepeda motor pada tahun 2016 sebesar 78% kendaraan yang lolos uji emisi dan di tahun 2017 sebesar 83% sedangkan untuk kendaraan dengan kategori mobil penumpang bahan bakar bensin yang lolos uji emisi pada tahun 2016 sebesar 94% dan pada tahun 2017 meningkat menjadi 96%, sedangkan untuk pengukuran emisi dengan kategori mobil solar pada tahun 2016 yang lolos uji emisi sebesar 53% dan di tahun 2017 sebesar 54%.

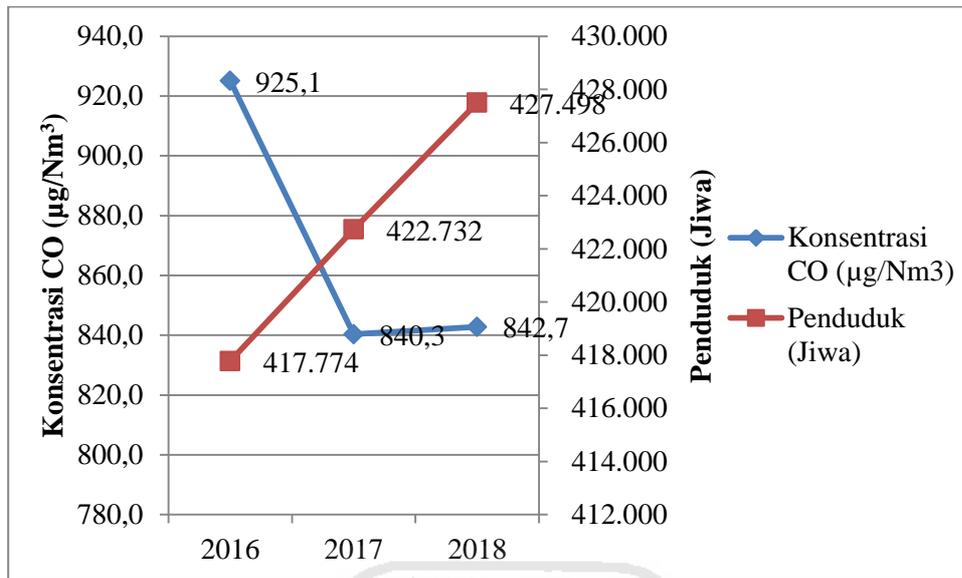
Tujuan dilakukan uji emisi adalah untuk mengetahui kadar gas buang agar tidak melebihi baku mutu emisi yang sudah ditetapkan. Menurut Hickman (2013) Emisi kendaraan bermotor mengandung berbagai senyawa kimia, komposisi dari gas buang ini bergantung kepada kondisi mengemudi, jenis mesin, alat pengendalian emisi bahan bakar, suhu operasi dan lain yang membuat pola emisi menjadi rumit (Hickman, 2013). Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 20 tahun 2017 resmi menerapkan standar emisi Euro-4 bagi kendaraan bermotor. Hal ini juga menjadi pertimbangan mengapa konsentrasi CO tahun 2016 hingga 2018 di Kota Yogyakarta berbanding terbalik dengan tingkat volume kendaraan tahun 2016 hingga 2018, penggunaan mesin dengan standar emisi Euro-4 dapat mengurangi ambang batas untuk partikulat dan nitrogen oksida dalam mesin. Beberapa mobil bermesin baru memperoleh filter partikel yang dapat menangkap 99% partikulat. Batas emisi Euro-4 (bensin) untuk

konsentrasi NO_x sebesar 0,08 g/km, sedangkan untuk Euro-4 (diesel) NO_x sebesar 0,25 g/km. Sedangkan untuk batas emisi Euro-3 (bensin) konsentrasi NO_x sebesar 0,15g/km dan untuk mobil bermesin diesel sebesar 0,05 g/km. serta masih banyak faktor menurut Verma dan Desai (2008), yang bisa saja terjadi seperti faktor meteorologi, jumlah industri, dan jumlah penduduk yang dapat menyebabkan penurunan konsentrasi CO di udara ambien Kota Yogyakarta.

Polusi udara yang disebabkan oleh sumber bergerak sangat perlu dikendalikan. Pemerintah Kota Yogyakarta khususnya telah melakukan berbagai upaya untuk pengendalian polusi udara yang diakibatkan oleh sumber bergerak, yaitu dengan menerapkan regulasi tentang pengendalian pencemaran udara, melakukan rekayasa lalu lintas agar tidak terjadi penumpukan kendaraan atau kemacetan, penyelenggaraan *car free day*, pengembangan ruang terbuka hijau (RTH), dan pembatasan penggunaan dalam pemakaian kendaraan bermotor. Selain dari faktor transportasi tersebut konsentrasi CO di udara juga dipengaruhi oleh faktor meteorologis, seperti kelembaban udara, temperatur, kecepatan angin (Fardiaz, 1992).

4.5.2 Penduduk

Untuk mengetahui besar pengaruh jumlah dari jumlah penduduk terhadap tingginya nilai rata-rata konsentrasi polutan CO di Kota Yogyakarta, maka nilai rata-rata konsentrasi polutan CO dan jumlah penduduk akan dijabarkan di dalam tabel 4.7 dan selanjutnya kedua data tersebut akan dibandingkan dengan grafik. Data jumlah kendaraan merupakan data yang bersumber dari Badan Pusat Statistika (BPS) Kota Yogyakarta.



Gambar 4.5 Konsentrasi CO dengan jumlah penduduk

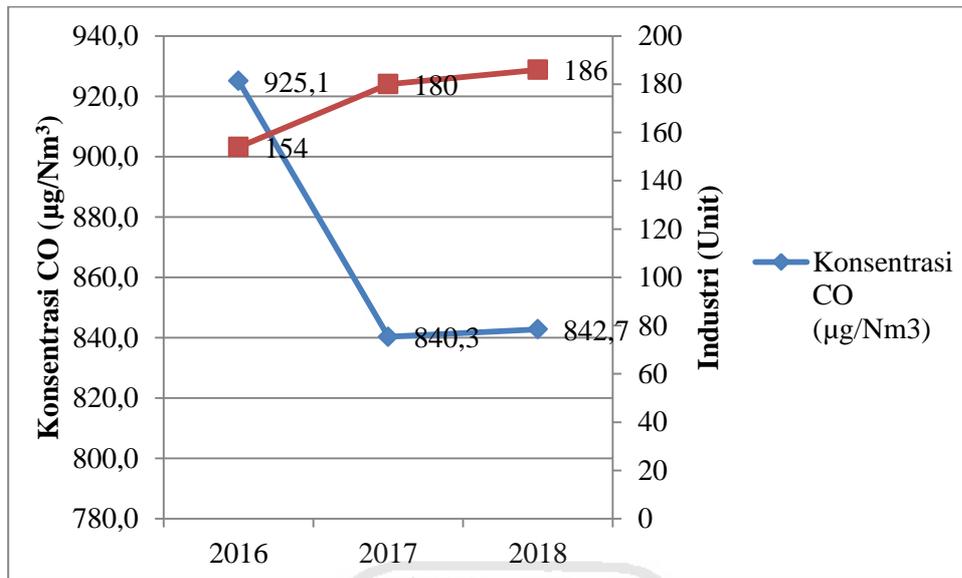
Dengan pesatnya pengembangan daerah yang terjadi belakangan ini khususnya yang terjadi di daerah perkotaan banyak sekali pemukiman yang dibangun untuk memenuhi kebutuhan masyarakat pada umumnya. Keberadaan pemukiman penduduk harusnya berada jauh dengan daerah industri atau terbebas dari polusi udara. Namun pada saat ini pemukiman penduduk juga termasuk kedalam sumber pencemaran udara. Aktivitas yang terjadi dalam rumah tangga akibat dari proses pembakaran atau proses pengolahan makanan maupun pembakaran sampah menjadi salah satu alasan kenapa pemukiman penduduk menjadi salah satu sumber pencemar udara.

Berdasarkan tabel konsentrasi CO dengan jumlah penduduk pada tahun 2016-2017 terjadi penurunan sebesar $84,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dengan penambahan jumlah penduduk yaitu sebesar 4,958 orang, penelitian ini dilakukan di 9 titik penelitian di jalan raya yang padat kendaraan. Penurunan konsentrasi gas CO di udara tersebut bisa saja terjadi dikarenakan menurut Verma dan Desai (2008), masih banyak faktor yang bisa saja terjadi seperti faktor meteorologi, jumlah industri,

pola aktivitas penduduk, dan jumlah kendaraan yang dapat menyebabkan penurunan konsentrasi CO di udara ambien Kota Yogyakarta. Sedangkan pada tahun 2017 dan 2018 terjadi peningkatan konsentrasi CO sebesar $2.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dengan penambahan jumlah penduduk sebesar 4.766 orang. Peneliti berpendapat bahwa peningkatan konsentrasi pencemar yang terjadi adalah akibat dari dilakukannya pembakaran sampah yang dilakukan dan permasalahan persoalan pembuangan sampah masih menjadi masalah di Kota Yogyakarta. Keterbatasan kemampuan dalam pengelolaan sampah di Kota Yogyakarta menjadi salah satu alasan mengapa penduduk kota Yogyakarta melakukan pengolahan sampahnya sendiri dengan cara pembakaran di rumah masing-masing. Namun hal ini perlu dilakukannya survei langsung mengenai aktivitas pembakaran sampah tersebut, apakah benar perbedaan rata-rata konsentrasi tersebut diakibatkan oleh adanya pembakaran sampah yang dilakukan oleh penduduk.

4.5.3 Industri

Untuk mengetahui besar pengaruh jumlah dari jumlah industri terhadap tingginya nilai rata-rata konsentrasi polutan CO di Kota Yogyakarta, maka nilai rata-rata konsentrasi polutan CO dan jumlah industri akan dijabarkan di dalam tabel 4.9. dan selanjutnya kedua data tersebut akan dibandingkan dengan grafik. Data jumlah kendaraan merupakan data yang bersumber dari Badan Pusat Statistika (BPS) Kota Yogyakarta.



Gambar 4.6 Konsentrasi CO dengan jumlah industri

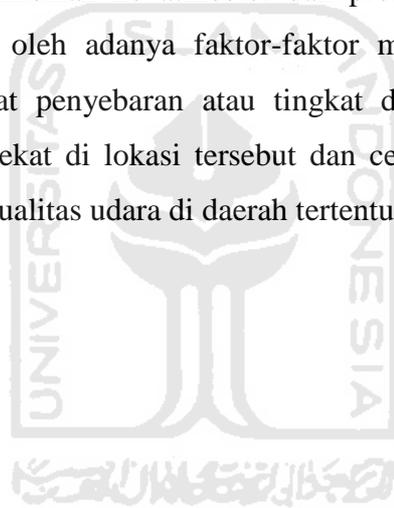
Berdasarkan tabel konsentrasi CO dengan jumlah industri pada tahun 2016-2017 terjadi penurunan sebesar $84.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dengan penambahan jumlah industri yaitu sebesar 26 industri, penelitian ini dilakukan di 9 titik penelitian di jalan raya yang padat kendaraan. Penurunan konsentrasi gas CO di udara tersebut bisa saja terjadi dikarenakan menurut Verma dan Desai (2008), masih banyak faktor yang bisa saja terjadi seperti faktor meteorologi, jumlah penduduk, dan jumlah kendaraan yang dapat menyebabkan penurunan konsentrasi CO di udara ambien Kota Yogyakarta. Sedangkan pada tahun 2017 dan 2018 terjadi peningkatan konsentrasi CO sebesar $2.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dengan penambahan jumlah industri sebesar 6 unit.

Menurut Joko (2008) industri yang ramah lingkungan dari pencemaran udara dapat menyediakan *green belt* atau ruang terbuka hijau. Unsur utama dari *green belt* atau ruang terbuka hijau ini adalah vegetasi alamiah yang berfungsi sebagai pembersih atmosfer dengan menyerap polutan berupa gas dan partikel melalui daunnya. Dengan hal tersebut diharapkan mampu mengurangi konsentrasi

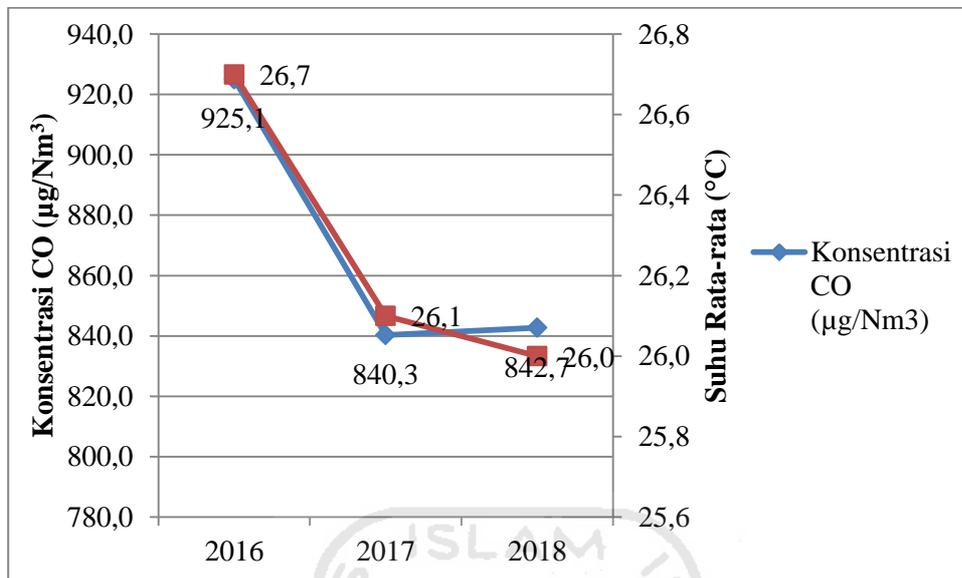
dari pencemar industri menuju areal pemukiman disekitarnya dan bermanfaat dalam strategi penanggulangan polusi udara yang dihasilkan dari industri .

4.5.4 Meteorologi

Jumlah dan besarnya konsentrasi CO juga tidak hanya dipengaruhi oleh banyaknya jumlah kendaraan yang lewat di daerah penelitian, banyaknya jumlah penduduk dan banyaknya jumlah industri, akan tetapi menurut Verma dan Desai (2008), masih banyak faktor lain yang mempengaruhi konsentrasi CO yaitu faktor temperatur, kelembaban, curah hujan, tekanan udara, dan kecepatan angin pada saat pengukuran dilakukan. Hal tersebut bisa terjadi karena emisi yang dikeluarkan langsung diemisikan ke atmosfer dan proses dispersi yang terjadi secara tidak dipengaruhi oleh adanya faktor-faktor meteorologi yang terjadi, karena jika terjadi tingkat penyebaran atau tingkat dispersi yang kecil akan mengakibatkan gas CO pekat di lokasi tersebut dan cenderung tidak menyebar sehingga mempengaruhi kualitas udara di daerah tertentu (Paramitha, 2006).



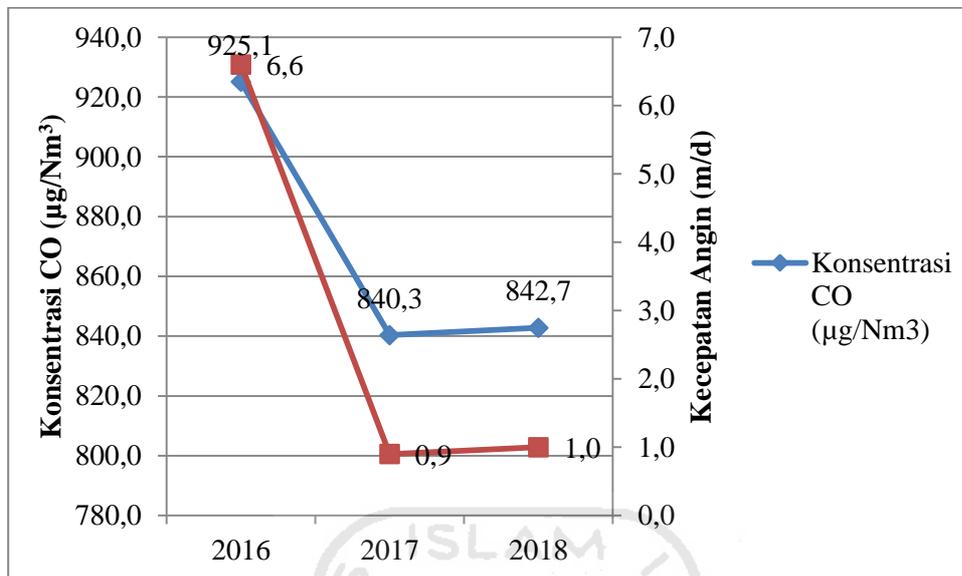
4.5.4.1 Perbandingan Konsentrasi CO dengan Suhu Rata-rata



Gambar 4.7 Konsentrasi CO dengan suhu rata-rata

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ramayana (2014), menyatakan semakin tinggi suhu udara yang terjadi di suatu tempat atau titik penelitian maka konsentrasi polutan CO di udara akan semakin rendah. Hal tersebut dapat disebabkan oleh suhu udara yang cukup tinggi, yang menyebabkan kerapatan densitas udara di permukaan bumi lebih rendah jika dibandingkan dengan udara yang berada di atasnya yang menyebabkan terjadi konveksi ke atas sehingga konsentrasi polutan menjadi lebih rendah dan apabila suhu udara semakin rendah kadar CO di udara akan meningkat.

4.5.4.2 Perbandingan Konsentrasi CO dengan Kecepatan Angin/Udara



Gambar 4.8 Konsentrasi CO dengan kecepatan angin/udara

Faktor meteorologi seperti kecepatan angin atau kecepatan udara yang tinggi ini akan mempengaruhi seberapa cepatnya penyebaran dari emisi yang dihasilkan tersebut ke lingkungan sehingga konsentrasi CO yang menyebar dan terdispersi akan lebih rendah. Menurut Verma dan Desai (2008), semakin besar kecepatan angin, maka jumlah konsentrasi polutan CO akan semakin kecil karena polutan CO terbawa oleh angin dan menjauhi lokasi pengukuran dan konsentrasi polutan CO akan tersebar melalui dispersi sehingga tidak akan terkonsentrasi di suatu titik atau tempat tertentu.

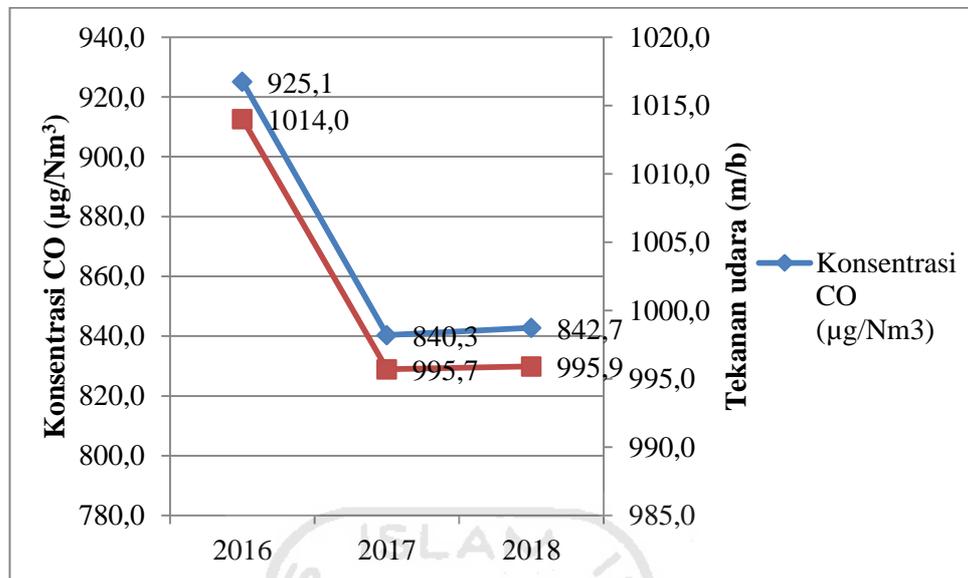
4.5.4.3 Perbandingan Konsentrasi CO dengan Kelembaban Udara



Gambar 4.9 Konsentrasi CO dengan kelembaban udara

Semakin tinggi kelembaban udara maka akan menyebabkan konsentrasi CO di dalam udara semakin meningkat. Hal tersebut diperkuat oleh penelitian yang dilakukan oleh Ryadi (1982) di dalam Paramitha (2006), kondisi tersebut terjadi dikarenakan oleh kelembaban udara yang tinggi, yang menyebabkan dispersi polutan udara CO akan mengalami keterhambatan. Hal tersebut terjadi dikarenakan terbentuknya udara yang memiliki lapisan dingin sehingga menyebabkan terjadinya akumulasi pada gas CO atau jumlah keseluruhan konsentrasi CO sehingga dispersi CO akan terhambat. Pada kondisi udara yang lebih lembab polutan CO lebih sulit untuk berpindah ke atmosfer dan sulit untuk menyebar, sehingga pada kondisi ini kadar CO akan meningkat saat terjadi kelembaban di permukaan yang tinggi.

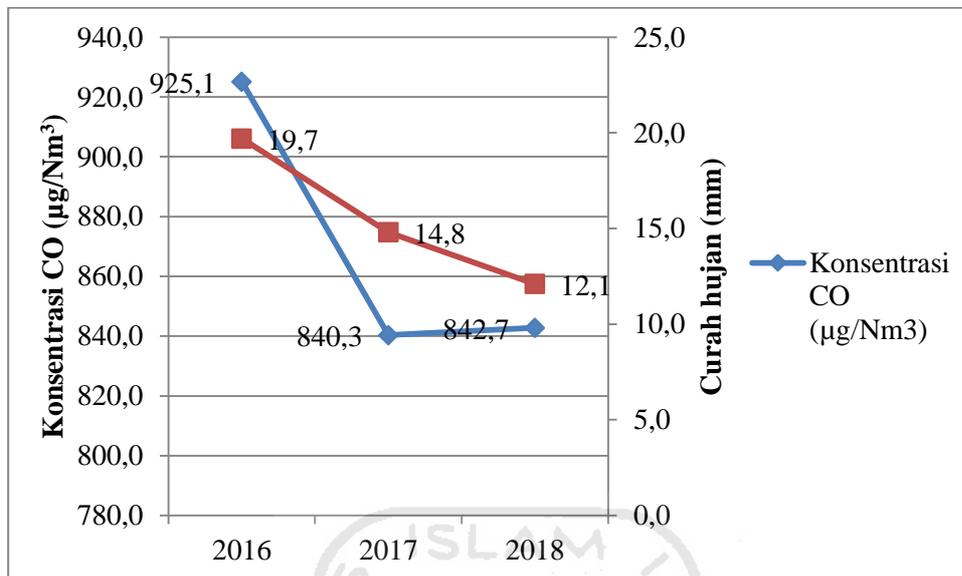
4.5.4.4 Perbandingan Konsentrasi CO dengan Tekanan Udara



Gambar 4.10 Konsentrasi CO dengan tekanan udara

Kecepatan angin yang terjadi pada dasarnya ditentukan oleh perbedaan tekanan udara antara tempat asal dan arah angin sebagai faktor pendorong. Di atmosfer akan terjadi penurunan suhu udara dan tekanan udara seiring dengan bertambah tingginya suatu polutan di udara, jika sekumpulan udara terbawa ke atas akan melalui bagian yang mengalami penurunan tekanan udara dan akibatnya kumpulan udara itu akan menyebar, apabila temperatur udara tinggi maka volume molekul udara berkembang sehingga tekanan udara menjadi rendah dan berbanding sebaliknya apabila temperatur udara semakin rendah kadar CO di udara akan meningkat.

4.5.4.5 Perbandingan Konsentrasi CO dengan Curah Hujan



Gambar 4.11 Konsentrasi CO dengan curah hujan

Berdasarkan tabel hasil penelitian menunjukkan curah hujan secara langsung memberikan efek pencucian sehingga menurunkan konsentrasi polutan (Kwak, 2017). pada musim kemarau konsentrasi gas polutan yang berada di udara, sedangkan jika dilakukan penelitian di musim penghujan konsentrasi gas polutan di udara cenderung rendah. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ramayana (2014), konsentrasi penelitian partikulat di udara Kota Yogyakarta semakin rendah karena intensitas hujan setiap tahunnya mengalami peningkatan. Berdasarkan penelitian lainnya yang dilakukan oleh Puspita sari (2011), menunjukkan bahwa pada musim penghujan konsentrasi polutan yang berada di atmosfer mengalami penurunan karena ikut terbawa bersama air ketika hujan.

4.6 Perbandingan Parameter dengan Baku Mutu Udara Ambien

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh BLH Daerah Istimewa Yogyakarta pada tabel 4.5 dengan lama pengukuran selama 1 jam di dapatkan konsentrasi terbesar yaitu di lokasi penelitian yang berada di depan Hotel Tentrem

pada tahun 2016 sebesar 1201,8 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Hasil pengamatan tersebut akan dibandingkan dengan Baku Mutu Udara Ambien yaitu PERGUB DIY atau Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta no 153 tahun 2002 tentang Baku Mutu Udara Ambien di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Dimana batas baku mutu untuk pengukuran CO yang dilakukan selama 1 jam adalah sebesar 35 ppm atau 30.000 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Berdasarkan tabel 4.6 dari semua data konsentrasi yang dilakukan oleh BLH Daerah Istimewa Yogyakarta tidak ada yang melebihi baku mutu udara ambien yang telah ditetapkan, konsentrasi pengukuran terbesar berada di lokasi penelitian depan Hotel Tentrem sebesar 1201,8 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ pada tahun 2016 dan dari data konsentrasi berdasarkan tabel tersebut tidak ada lokasi di Kota Yogyakarta yang termasuk daerah dengan kawasan tercemar berat karena Kota Yogyakarta bukan merupakan kota industri dan pusat perekonomian yang menjadikan kota tersebut sebagai salah satu alasan terutama permasalahan ekonomi bagi masyarakat seperti halnya Kota Jakarta. Akan tetapi tetap saja terjadi penurunan kualitas udara sehingga baiknya dilakukan pengendalian udara demi mencegah terjadinya pencemaran yang dihasilkan oleh polusi udara yang akan mencemari lingkungan.

4.7 Analisis Risiko Karbon Monoksida (CO)

Untuk mengetahui konsentrasi dari CO yang mempunyai risiko terhadap kesehatan bagi manusia atau tidak, maka pada penelitian ini juga perlu dilakukannya *risk assessment* atau penilaian tingkat risiko. Di dalam metode ini juga dibutuhkan beberapa informasi untuk proses perhitungannya, diantaranya data mengenai agen pola aktivitas dan antropometri. Namun dikarenakan pada penelitian ini hanya mempunyai data agen dari pajanan maka hanya akan bisa mensimulasikan proses dari analisis risiko. Data pola aktivitas dan data antropometri diasumsikan dari referensi-referensi yang ada dan kemudian diambil data yang sekiranya dapat mewakili atau mendekati situasi yang sebenarnya terjadi dari keadaan populasi yang menjadi objek dari simulasi analisis risiko.

4.7.1 Konsentrasi Paparan

Data konsentrasi CO ini yang dijabarkan pada tabel 4.5 ialah konsentrasi pengukuran pada tahun 2018 yang merupakan data penelitian atau data pengukuran di tahun terakhir yang dilakukan oleh BLH Daerah Istimewa Yogyakarta.

4.7.2 Karakteristik Pola Aktivitas dan Antropometri

Karakteristik pola aktivitas dan antropometri responden meliputi berat badan, waktu paparan harian, frekuensi paparan dalam satu tahun dan durasi paparan. Data antropometri dan pola aktivitas didapatkan dari hasil kuesioner. Berikut merupakan data antropometri dan pola aktivitas yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Berat badan (Wb) yang digunakan ialah berat badan hasil dari kuesioner
2. Lama paparan harian (tE) yang digunakan ialah lama paparan harian hasil dari kuesioner
3. Frekuensi paparan (fE) yang digunakan dalam metode ini adalah 350 hari/tahun yang merupakan nilai default residensial menurut US.EPA (Kolluru, 1996).
4. Durasi paparan (Dt) *lifetime* yang digunakan dalam metode ini adalah nilai default US-EPA yaitu 30 tahun untuk nilai default residensial (Kolloru *et al*, 1996)
5. Durasi paparan (Dt) *realtime* yang digunakan dalam metode ini ialah durasi paparan hasil kuesioner
6. Waktu paparan para pekerja bermacam-macam sesuai dengan hasil kuesioner begitu juga dengan frekuensi paparan atau lama bekerja dalam satu tahun dan durasi paparan (tahun).

4.7.3 Status Merokok Pedagang

Berikut disajikan tabel status merokok bagi masyarakat Kota Yogyakarta yang bermata pencaharian sebagai pedagang:

Tabel 4.17 Status merokok pedagang

Kebiasaan	Jumlah	Persentase (%)
Merokok	19	54,3
Tidak Merokok	16	45,7
Tidak Memakai Masker Sebelum Pandemi	35	100,0

Sumber: Data Primer, 2020

Dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa kebiasaan buruk yang dilakukan oleh para pedagang dapat mengakibatkan bertambahnya asupan CO yang masuk kedalam tubuh para pedagang. Didapatkan hasil sebanyak 19 orang yang merokok (54,3%) dan sebanyak 16 orang yang tidak merokok (45,7%), serta sebanyak 35 orang (100%) memiliki kebiasaan tidak memakai masker sebelum pandemi Covid19.

4.7.4 Keluhan Kesehatan

Berdasarkan hasil dari kuesioner kepada para pedagang di Kota Yogyakarta dengan total 35 responden, didapatkan data keluhan penyakit yang dialami oleh sebagian besar pekerja sebagai berikut:

Tabel 4.18 Keluhan kesehatan

Keluhan	Jumlah Responden	Persentase (%)
Flu yang mengakibatkan sakit kepala	1	2,9
Kelelahan	12	34,3
Nyeri otot	4	11,4
Mual dan muntah	0	0,0
Perubahan sensitivitas terhadap cahaya, bau, dan rasa	0	0
Sulit Bernafas	2	5,7
Gangguan Penglihatan	0	0,0
Batuk-batuk	11	31,4
Tegang di daerah dahi	0	0,0

Sumber: Data Primer, 2020

Dari data hasil kuesioner pada tabel 4.27 dengan responden yaitu pedagang dengan total 35, keluhan yang paling sering dirasakan oleh pedagang yaitu kelelahan dengan jumlah sebanyak 12 orang (34,3%), batuk-batuk sebanyak 11 orang (31,4%), nyeri otot sebanyak 4 orang (11,4%), sulit bernafas sebanyak 2 orang (5,7%) dan sisanya tidak merasakan keluhan apapun akibat dari paparan karbon monoksida (CO). Gejala penyakit tersebut disebabkan oleh lokasi berdagang yang berdekatan dengan jalan raya dan dengan waktu yang lama.

4.7.5 Analisis Dosis Respon

Adalah nilai besaran kuantitatif dosis-respon suatu risiko agen yang dinyatakan dengan RfD (*Reference Dose*). Nilai RfC adalah nilai acuan untuk dosis yang non-karsinogenik untuk pernafasan atau inhalasi. Nilai ini dihasilkan dari perhitungan pembagian NOAEL dan UF (*Uncertainty Factor*) dan MF (*Modifying Factor*). Pada penelitian yang dilakukan ini selanjutnya tidak akan menghitung nilai RfC untuk CO karena sudah ditetapkan oleh US-EPA sebesar

40 mg/kg/hari. Nilai RfC ini selanjutnya akan digunakan untuk melakukan perhitungan analisis risiko.

4.7.6 Analisis Paparan dan Perhitungan *Intake* CO Nonkarsinogenik

Untuk melakukan perhitungan *intake* CO yang merupakan risk agent dilakukan dengan menggunakan rumus perhitungan atau persamaan berikut:

$$I = \frac{C \times R \times tE \times fE \times Dt}{Wb \times tavg}$$

Selain data konsentrasi CO atau karbon monoksida, perhitungan *intake* menggunakan informasi mengenai R (laju inhalasi), tE (lama paparan), fE (Frekuensi paparan), Dt (lama paparan (tahunan)), Wb (berat badan), dan tavg (periode waktu rata-rata). Untuk nilai R digunakan nilai 20 m³ (Kolloru *et al.*, 1996) dan dikonversi menjadi 0,83 m³/jam (Nukman *et al.*, 2005). Pada simulasi yang akan dilakukan ini kelompok berisiko ditetapkan adalah masyarakat kota Yogyakarta yang bermata pencaharian sebagai pedagang. Nilai fE diambil dari hasil kuesioner dan Nilai Dt juga diambil dari nilai default US-EPA yaitu 30 tahun untuk nilai *default* residensial (Kolloru *et al.*, 1996). Untuk berat badan digunakan merupakan berat badan hasil kuesioner. Berikut adalah contoh perhitungan dan hasil perhitungan di titik pemantauan Perempatan Mirota Kampus dengan objek penelitian yaitu pedagang:

$$I = \frac{C \times R \times tE \times fE \times Dt}{Wb \times tavg}$$

Diketahui: C = 0.8409 mg/m³ Wb = 85 kg
R = 0.83 m³/jam tavg = 30 x 365 hari/tahun
te = 12 jam Dt = a. 33 tahun (lama kerja *realtime*)
fe = 312 hari/tahun b. 30 tahun (lama kerja *lifetime*)

$$I (\text{Real Time}) = \frac{0,8409 \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \times \frac{0,83 \text{m}^3}{\text{jam}} \times 12 \text{ jam} \times 312 \frac{\text{hari}}{\text{tahun}} \times 33 \text{ tahun}}{85 \text{kg} \times 30 \text{ tahun} \times 365 \text{ hari}}$$

$$= 0,0926 \text{ mg/kg/hari}$$

$$I (\text{Life Time}) = \frac{0,8409 \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \times \frac{0,83 \text{m}^3}{\text{jam}} \times 12 \text{ jam} \times 312 \frac{\text{hari}}{\text{tahun}} \times 30 \text{ tahun}}{85 \text{kg} \times 30 \text{ tahun} \times 365 \text{ hari}}$$

$$= 0,0842 \text{ mg/kg/hari}$$

Berdasarkan hasil *intake* (non karsinogenik) pada pedagang, dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa waktu pajanan, frekuensi pajanan, dan durasi pajanan berpengaruh terhadap nilai *intake* pedagang.

4.7.7 Perhitungan *Risk Quotient* (RQ) untuk Pajanan Non karsinogenik

RQ dihitung sebelum menentukan manajemen risiko karena nilai RQ bertujuan menyatakan risiko potensial yang terjadi dari parameter Karbon Monoksida (CO). Jika $RQ > 1$ maka kemungkinan risiko akan terjadi. Berikut adalah contoh perhitungannya:

Ink = *Intake* Non karsinogenik (mg/kg/hari)

$$RQ = \frac{I_{nk}}{RfD \text{ atau } RfC}$$

Rfc = Reference Concentration (mg/kg/hari)

Dik = *Intake Real Time* responden Perempatan Mirota Kampus = 0,0926 mg/kg/hari

Intake Life Time responden Perempatan Mirota Kampus = 0,0842 mg/kg/hari

RfC = RfC untuk CO karena sudah di tetapkan oleh US.EPA sebesar 40 mg/kg/hari.

RQ CO *Real time* responden Perempatan Mirota Kampus = $\frac{0,0926}{40} = 0,0023$

$$RQ \text{ CO } Life \text{ time responden Perempatan Mirota Kampus} = \frac{0,0842}{40} = 0,0021$$

Setelah mendapat nilai RQ , maka dapat diasumsikan sebagai berikut:

- Bila $RQ \leq 1$, maka konsentrasi *hazard* belum berisiko menimbulkan efek kesehatan non-karsinogenik.
- Bila $RQ > 1$, maka konsentrasi *hazard* sudah berisiko menimbulkan efek kesehatan non-karsinogenik.

Berikut adalah tabel hasil perhitungan dan analisis risiko kesehatan lingkungan terhadap pedagang di Kota Yogyakarta di semua lokasi titik penelitian:



Tabel 4.19 Hasil perhitungan dan analisis risiko kesehatan lingkungan terhadap pedagang di Kota Yogyakarta

Nomor Responden	Konsentrasi COdi Udara / C (mg/m ³)	Waktu Pajanan / t _E (jam/hari)	Frekuensi Pajanan / f _E (hari/tahun)	Durasi Pajanan /Dt (tahun)	Umur (Tahun)	Berat Badan / W _b (kg)	laju inhalasi	Intake Realtime (mg/kg/hari)	Intake lifetime (mg/kg/hari)	RQ Realtime	Tingkat Resiko	RQ Lifetime	Tingkat Resiko
PMK 1	0,8409	12	312	33	52	85	0,83	0,0926	0,0842	0,0023	TB	0,0021	TB
PMK 2	0,8409	8	312	15	52	74	0,83	0,0322	0,0645	0,0008	TB	0,0016	TB
PMK 3	0,8409	12	312	12	48	58	0,83	0,0494	0,1234	0,0012	TB	0,0031	TB
PMK 4	0,8409	12	312	10	35	52	0,83	0,0459	0,1377	0,0011	TB	0,0034	TB
PMK 5	0,8409	12	312	5	30	62	0,83	0,0192	0,1155	0,0005	TB	0,0029	TB
PMK 6	0,8409	8	312	17	62	68	0,83	0,0398	0,0702	0,0010	TB	0,0018	TB
PMK 7	0,8409	9	312	7	53	74	0,83	0,0169	0,0726	0,0004	TB	0,0018	TB
PMK 8	0,8409	8	312	5	29	65	0,83	0,0122	0,0734	0,0003	TB	0,0018	TB
PMK 9	0,8409	7	312	25	57	68	0,83	0,0512	0,0614	0,0013	TB	0,0015	TB
DHT 1	1,0406	8	312	4	30	70	0,83	0,0112	0,0844	0,0003	TB	0,0021	TB
DHT 2	1,0406	6	312	28	60	50	0,83	0,0827	0,0886	0,0021	TB	0,0022	TB
DHT 3	1,0406	6	312	15	57	75	0,83	0,0295	0,0591	0,0007	TB	0,0015	TB
PKU 1	0,9567	12	312	8	46	50	0,83	0,0434	0,0844	0,0011	TB	0,0041	TB
PKU 2	0,9567	10	312	10	38	56	0,83	0,0404	0,0886	0,0010	TB	0,0030	TB
PKU 3	0,9567	5	208	16	47	65	0,83	0,0186	0,0591	0,0005	TB	0,0009	TB
PKU 4	0,9567	10	312	15	56	50	0,83	0,0679	0,0000	0,0017	TB	0,0034	TB

DPB 1	0,7932	9	312	17	45	45	0,83	0,0638	0,1126	0,0016	TB	0,0028	TB
DPB 2	0,7932	7	321	10	48	68	0,83	0,0199	0,0596	0,0005	TB	0,0015	TB
DPB 3	0,7932	12	312	16	43	70	0,83	0,0515	0,0965	0,0013	TB	0,0024	TB
DPB 4	0,7932	6	312	11	52	47	0,83	0,0263	0,0718	0,0007	TB	0,0018	TB
DPB 5	0,7932	6	312	20	65	60	0,83	0,0375	0,0563	0,0009	TB	0,0014	TB
DPB 6	0,7932	9	312	17	44	68	0,83	0,0422	0,0745	0,0011	TB	0,0019	TB
DPB 7	0,7932	10	312	35	57	70	0,83	0,0938	0,0804	0,0023	TB	0,0020	TB
DPB 8	0,7932	9	312	17	40	67	0,83	0,0428	0,0756	0,0011	TB	0,0019	TB
DPB 9	0,7932	7	312	15	45	63	0,83	0,0313	0,0625	0,0008	TB	0,0016	TB
DPB 10	0,7932	15	312	20	52	46	0,83	0,1223	0,1835	0,0031	TB	0,0046	TB
DPB 11	0,7932	10	312	12	48	68	0,83	0,0331	0,0828	0,0008	TB	0,0021	TB
DPB 12	0,7932	10	312	14	56	46	0,83	0,0571	0,1223	0,0014	TB	0,0031	TB
DPB 13	0,7932	10	312	15	47	50	0,83	0,0563	0,1126	0,0014	TB	0,0028	TB
DPB 14	0,7932	10	312	20	54	68	0,83	0,0552	0,0828	0,0014	TB	0,0021	TB
DHS 1	0,8497	7	312	10	53	70	0,83	0,0201	0,0603	0,0005	TB	0,0015	TB
SKB 1	0,6508	7	312	23	55	60	0,83	0,0413	0,0539	0,0010	TB	0,0013	TB
DKJ 1	0,9763	6	312	21	57	44	0,83	0,0661	0,0945	0,0017	TB	0,0024	TB
DHM 1	0,8497	10	312	15	44	70	0,83	0,0431	0,0861	0,0011	TB	0,0022	TB
JTX 1	0,6270	6	312	30	65	55	0,83	0,0485	0,0647	0,0012	TB	0,0016	TB

Sumber: Data Primer, 2020

Tabel 4.20 Persentase nilai *risk quotient* pajanan CO di Kota Yogyakarta

	Risk Quotient	Jumlah		Total
		Orang	Persentase (%)	
RQ REALTIME	$RQ \leq 1$	35	100	35
	$RQ \geq 1$	0	0	
RQ LIFETIME	$RQ \leq 1$	35	100,0	35
	$RQ \geq 1$	0	0,0	

Sumber: Data Primer, 2020

Diketahui pada pedagang di Kota Yogyakarta di semua titik penelitian nilai *RQ* pada pajanan *realtime* dan *lifetime* ≤ 1 . Hasil Ini menunjukkan bahwa pada pajanan *realtime* dan *lifetime* tidak berisiko terhadap efek kesehatan non-karsinogenik pada masyarakat Kota Yogyakarta dan tidak menunjukkan terdapat efek bahaya non-karsinogenik karena nilainya dibawah standar yaitu $RQ \leq 1$, sehingga tidak perlu adanya tindakan khusus. Akan tetapi dalam jangka waktu yang cukup lama tetap saja terjadi penurunan kualitas udara di Kota Yogyakarta, maka dari itu perlu diadakannya pemantauan dan pengendalian dari kualitas udara Kota Yogyakarta agar dalam jangka waktu yang cukup lama tidak menimbulkan masalah kesehatan bagi masyarakat Kota Yogyakarta.

4.7.8 Estimasi Risiko Kesehatan Karbon Monoksida (CO)

Contoh perhitungan estimasi risiko kesehatan pada pajanan karbon monoksida pada masyarakat yang bermata pencaharian sebagai pedagang di Kota Yogyakarta non-karsinogenik adalah sebagai berikut:

$$I = \frac{C \times R \times tE \times fE \times Dt}{Wb \times tavg}$$

Diketahui: $C = 0.8409 \text{ mg/m}^3$ $Wb = 85 \text{ kg}$

$R = 0.83 \text{ m}^3/\text{jam}$ $tavg = 30 \times 365 \text{ hari/tahun}$

$te = 12 \text{ jam}$ $Dt =$ a. 33 tahun (lama kerja *realtime*)

$fe = 312 \text{ hari/tahun}$ b. 30 tahun (lama kerja *lifetime*)

$$I (\text{Real Time}) = \frac{0,8409 \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \times \frac{0,83 \text{m}^3}{\text{jam}} \times 12 \text{ jam} \times 312 \frac{\text{hari}}{\text{tahun}} \times 33 \text{ tahun}}{85 \text{kg} \times 30 \text{ tahun} \times 365 \text{ hari}}$$

$$= 0,0926 \text{ mg/kg/hari}$$

$$I (\text{Life Time}) = \frac{0,8409 \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \times \frac{0,83 \text{m}^3}{\text{jam}} \times 12 \text{ jam} \times 312 \frac{\text{hari}}{\text{tahun}} \times 30 \text{ tahun}}{85 \text{kg} \times 30 \text{ tahun} \times 365 \text{ hari}}$$

$$= 0,0842 \text{ mg/kg/hari}$$

Pada perhitungan *Intake* non-karsinogenik, didapatkan nilai pajanan *real time* 0,0926 mg/kg/hari dan *life time* 0,0842. Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan *Risk Quotient (RQ)* sebagai berikut:

RfC = untuk CO karena sudah ditetapkan oleh US-EPA sebesar 40 mg/kg/hari.

$$RQ \text{ CO } \textit{Real time} \text{ responden Perempatan Mirota Kampus} = \frac{0,0926}{40} = 0,0023$$

$$RQ \text{ CO } \textit{Life time} \text{ responden Perempatan Mirota Kampus} = \frac{0,0842}{40} = 0,0021$$

Berdasarkan nilai tersebut diketahui bahwa pada pajanan ini tidak berisiko terkena efek non-karsinogenik ($RQ < 1$). Selanjutnya tidak dilakukan perhitungan risiko karsinogenik, karena Badan Internasional untuk Penelitian Kanker (*IARC*), Program Toksikologi Nasional (*NTP*), dan *EPA* belum mengklasifikasikan karbon monoksida untuk karsinogenisitas manusia (*IARC 2009; IRIS 2009; NTP 2005*).

4.7.9 Manajemen Risiko

Manajemen Risiko adalah upaya pengendalian yang bertujuan untuk melindungi dalam hal ini adalah masyarakat Kota Yogyakarta yang dapat menimbulkan efek kesehatan non-karsinogenik dan karsinogenik. Hal ini dapat dilakukan dengan cara mengurangi konsentrasi dari pajanan dan mengurangi waktu kontak pedagang Kota Yogyakarta terhadap karbon monoksida (CO).

Upaya yang dilakukan yaitu mengurangi dan meminimalisir nilai RQ dan ECR, sehingga didapat nilai *intake* yang sama atau lebih kecil dari nilai *dose reference*. Terdapat dua cara yaitu dengan mengurangi kontak risk agent dan waktu kontak pedagang di Kota Yogyakarta dengan *risk agent* tersebut. Akan tetapi tidak dilakukan upaya manajemen risiko pada pedagang di Kota Yogyakarta karena berdasarkan hasil estimasi risiko efek non-karsinogenik tidak berbahaya bagi kesehatan pedagang Kota Yogyakarta, dan tidak dilakukan perhitungan estimasi risiko efek kanker, sehingga tidak perlu adanya sebuah manajemen risiko. Akan tetapi dengan perkembangan yang semakin pesat apabila tidak dilakukan upaya pengendalian polutan udara akan semakin tinggi karena tingginya juga tingkat mobilitas dari para penduduk. Hal yang dapat dilakukan untuk mengurangi efek dari polutan CO adalah dengan di sediakannya RTH atau ruang terbuka Hijau yang dimaksud dengan RTH adalah ruang kota yang berfungsi sebagai kawasan hijau seperti pertamanan kota, hutan kota, rekreasi kota, permakaman, pertanian, jalur hijau, dan pekarangan. RTH berupa hutan tanaman rapat adalah salah satu sumber oksigen (O₂), pohon juga berguna menyerap karbondioksida, dan karbon monoksida. Secara ideal, untuk memenuhi kebutuhan oksigen bagi setiap dua orang dibutuhkan satu pohon.³ Sayangnya, jumlah pohon dari waktu ke waktu semakin berkurang disebabkan oleh perubahan fungsi lahan untuk pembangunan kawasan permukiman maupun prasarananya (Marmi, 2016). Selain penyediaan RTH atau ruang terbuka hijau bisa juga dilakukan pengendalian dengan cara *green belt* atau sabuk hijau. Dilakukannya pengendalian yang dikenal sebagai sabuk hijau ini yaitu pengendalian yang dilakukan dengan cara menyediakan tempat atau zona hijau, unsur utama dari pengendalian ini adalah vegetasi yang berfungsi menyerap polutan berupa gas dan partikel melalui daunnya. Vegetasi *green belt* dengan jenis pohon tertentu yang rapat diharapkan mampu mengurangi konsentrasi pencemar udara terhadap masyarakat (Yang, 2005).

4.7.10 Pembahasan

Subjek yang menjadi sasaran dalam perhitungan ARKL adalah masyarakat Kota Yogyakarta yang bermata pencaharian sebagai pedagang, dengan konsentrasi yang digunakan yaitu konsentrasi pada tahun 2018. Intake *Real Time dan life time* berturut-turut di titik pemantauan Perempatan Mirota Kampus dengan objek pedagang sebesar 0,0023:0,0021 mg/kg/hari. Kemudian menghitung nilai *Risk Question (RQ)* yang bertujuan untuk menyatakan risiko yang terjadi dari parameter Karbon Dioksida jika nilai $RQ > 1$. Dalam perhitungan ini RQ yang di dapat sebesar 0,0030 dengan nilai pembagi nya yaitu *RfC (Reference Concentration)* yang merupakan nilai ketentuan atau *default* yang sudah di tetapkan yaitu sebesar 40 mg/kg/hari oleh US-EPA.

Setelah mendapatkan nilai RQ dengan kesimpulan bahwa konsentrasi belum berisiko menimbulkan efek kesehatan non-karsinogenik terhadap pedagang di Kota Yogyakarta setelah perhitungan *trial and error* dalam kurun waktu 60 tahun, sehingga tidak perlu adanya tindakan khusus. Tetapi dalam jangka waktu yang cukup lama tetap saja terjadi penurunan kualitas udara di Kota Yogyakarta, maka dari itu perlu diadakannya pemantauan dan pengendalian dari kualitas udara Kota Yogyakarta agar dalam jangka waktu yang cukup lama tidak menimbulkan masalah kesehatan bagi pedagang di Kota Yogyakarta.

4.7.11 Komunikasi Risiko

Risiko akibat paparan karbon monoksida di Kota Yogyakarta memang belum terjadi dan perlu dipertahankan, tetapi risiko paparan karbon monoksida bisa saja terjadi apabila tidak dilakukannya pengendalian dan pengelolaan seiring bertambah dan meningkat nya jumlah penduduk yang menyebabkan kebutuhan pun meningkat, baik itu kebutuhan transportasi, industri dll yang menyebabkan konsentrasi polutan udara CO di udara semakin meningkat, sebagaimana firman Allah SWT dalam Q.S Al-Baqarah/2: 11-12

وَإِذَا قِيلَ لَهُمْ لَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ قَالُوا إِنَّمَا نَحْنُ مُصْلِحُونَ ﴿١١﴾ أَلَا إِنَّهُمْ

هُمُ الْمُفْسِدُونَ وَلَكِنْ لَا يَشْعُرُونَ ﴿١٢﴾

Artinya:

(11) Dan bila dikatakan kepada mereka: “Janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi”. mereka menjawab: “Sesungguhnya kami orang-orang yang mengadakan perbaikan.” (12)Ingatlah, Sesungguhnya mereka Itulah orang-orang yang membuat kerusakan, tetapi mereka tidak sadar”.

Segala sesuatu yang menyebabkan perusakan di bumi adalah suatu hal yang bermanfaat menjadi kurang bermanfaat atau bahkan hilang manfaatnya. Sedangkan seseorang bisa dikatakan *muslih* adalah ketika seseorang tersebut menemukan sesuatu yang kurang manfaatnya atau hilang manfaatnya lalu ia melakukan aktivitas (memperbaiki) sehingga mengembalikan manfaat dari suatu hal tersebut. Bahkan yang lebih dari itu seseorang *muslih* adalah orang yang menemukan atau mengetahui sesuatu yang sudah memiliki manfaat lalu seseorang tersebut melakukan aktivitas sehingga dapat meningkatkan manfaat dari sesuatu tersebut.

Ayat 11 dan 12 surat Al-Baqarah tersebut menggambarkan bahwa seseorang yang telah melakukan kerusakan di bumi tidak menyadari perbuatannya sama sekali. Banyak sekali aspek-aspek yang dilakukan manusia diantaranya adalah pengrusakan terhadap masyarakat dengan cara menghalang-halangi orang lain untuk melakukan kebajikan, serta aspek lainnya yaitu melakukan pengrusakan di bumi. Ini adalah dampak dari keburukan-keburukan yang telah dilakukan tersebut. Jika pengrusakan yang terjadi dibiarkan begitu saja, maka akan menyebar ke semua aspek lingkungan hidup yang ada di bumi.

Berbagai tindakan dan ulah manusia itu secara tidak langsung telah menyebabkan kerusakan di bumi. Kegiatan yang dilakukan oleh orang-orang tersebut hanyalah bertujuan untuk kesenangan sesaat dan kepentingan pribadi tanpa memperdulikan kondisi alam atau lingkungan sekitar. Pembangunan industri yang dilakukan tanpa diadakannya perencanaan yang matang dan pengendalian yang benar dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan. Dengan hal tersebut tidak hanya manusia yang akan terdampak buruk tetapi juga bagi makhluk lain yang berada di lingkungan tersebut.

Selain itu ada beberapa hal yang dapat dilakukan untuk mencegah dan mengurangi risiko paparan CO terhadap lingkungan bahkan manusia adalah dengan dilakukannya reboisasi. Udara akan semakin tercemar apabila tidak dilakukannya pengendalian atau langkah pencegahan yang akan berdampak buruk bagi masyarakat, terutama bagi kesehatan masyarakat. Fakta-fakta tersebut adalah untuk menuntut sebuah kebijakan dari seluruh lapisan masyarakat untuk memperbaiki dan mencegah kerusakan yang terjadi. Reboisasi atau penanaman kembali pohon-pohon yang telah ditebang adalah salah satu upaya dan langkah untuk mencegah terjadinya polusi udara dan dengan dilakukannya langkah tersebut dapat mencegah penurunan kualitas udara karena polutan udara yang ada tersebut di serap oleh pohon. Selain itu kebijakan pemerintah juga sangat penting dalam upaya pencegahan kerusakan lingkungan khususnya kualitas udara di Kota Yogyakarta.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan mengenai konsentrasi karbon monoksida (CO) di Kota Yogyakarta dapat disimpulkan bahwa:

1. Perbandingan yang dilakukan baik itu dengan kendaraan bermotor, penduduk, industri dan meteorologi semuanya berpengaruh terhadap persebaran atau dispersi polutan CO di udara dan secara tidak langsung juga mempengaruhi konsentrasi polutan CO di udara. Hasil pengamatan tersebut kemudian dibandingkan dengan Baku Mutu Udara Ambien yaitu PERGUB DIY no 153 tahun 2002 tentang Baku Mutu Udara Ambien, dari semua data konsentrasi yang dilakukan oleh BLH Daerah Istimewa Yogyakarta tidak ada yang melebihi baku mutu udara ambien yang telah ditetapkan.
2. Dilakukan analisis risiko terhadap pedagang di semua titik penelitian di Kota Yogyakarta, hasil analisis tersebut belum berisiko menimbulkan efek kesehatan karsinogenik terhadap masyarakat Kota Yogyakarta yang bermata pencaharian sebagai pedagang dengan hasil perhitungan yaitu $RQ < 1$, sehingga tidak perlu adanya tindakan khusus.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil dari tugas akhir dengan judul “Analisis Risiko Karbon Monoksida (CO) di Kota Yogyakarta Berdasarkan Pemantauan BLH D.I Yogyakarta” adalah:

1. Bagi BLH Daerah Istimewa Yogyakarta dan dinas Lingkungan Hidup Daerah Istimewa Yogyakarta
 - a. Menambahkan data seperti titik koordinat dari lokasi penelitian tanggal dan hari, faktor meteorologis seperti arah angin, curah hujan, kelembaban, intensitas cahaya, suhu, tekanan dll agar memudahkan banyak peneliti untuk melakukan penelitian menggunakan data tersebut.
 - b. Menambahkan jumlah penelitian polutan seperti Timbal (Pb), PM_{2,5}, dan TSP.
 - c. Melakukan pemantauan secara berkala dan menambahkan jumlah titik-titik penelitian.
 - d. Menurunkan laju emisi pencemar dari setiap kendaraan untuk setiap kilometer jalan yang di tempuh.
 - e. Menurunkan jumlah dan kerapatan total kendaraan di dalam suatu daerah tertentu.
 - f. Mengurangi penggunaan bahan bakar fosil/minyak Bumi, batubara dan gas pada aktifitas industri.
 - g. Memasang filter *scrubber* pada cerobong untuk bisa menyaring polusi yang akan di lepaskan ke udara.
 - h. Tidak melakukan aktivitas seperti pembakaran sampah sembarangan, mencegah pembukaan lahan untuk aktivitas perkebunan atau pertanian dengan cara pembakaran hutan.
 - i. Penyediaan *green belt* atau sabuk hijau

- j. Penyediaan RTH yang berfungsi sebagai kawasan hijau seperti pertamanan kota, hutan kota, dan rekreasi kota.
2. Bagi mahasiswa lainnya
 - a. Dilakukan penelitian lebih lanjut terkait monitoring dan persebaran karbon monoksida (CO) akan tetapi membutuhkan data pelengkap, seperti titik koordinat, arah mata angin, dan dibutuhkan titik penelitian yang memiliki *range* jarak antar titik supaya bisa di buat peta persebaran.



DAFTAR PUSTAKA

- A. Faroqi, D. K. Halim, M. Sanjaya, and D. W. S. Ph, “*Perancangan Alat Pendeteksi Kadar Polusi Udara Menggunakan Sensor Gas MQ-7 Dengan Teknologi Wireless HC05,*” Ed. Juni 2017 Vol. X No. 2, vol. X, no. 2, pp. 33-47, 2017.
- Abdullah, M. & Gunawan, J., 2012. Dispepsia dalam *Cermin Dunia Kedokteran*. Vol. 39 no. 9. Available online at: http://www.kalbemed.com/Portals/6/197_CME-Dispepsia.pdf [diakses tanggal 13 Mei 201
- Budiyono, Afif. 2001. *Pencemaran Udara: Dampak Pencemaran Udara pada Lingkungan*. Berita Dirgantara Vol.2 No.1 Maret 2001
- Badan Pusat Statistika. 2017. *Kota Yogyakarta dalam Angka Tahun 2017*. Penerbit Haksoro. Yogyakarta.
- Bernstein, Janis. *The Urban Challenge in National Environmental Strategies*. The WorldBank, Environmental Management Series paper No. 2, April 1995.
- Brimblecombe, P. 1986. *Air Composition and Chemistry*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Butler, T.J., Gene E. Likens, Françoise M. Vermeylen, Barbara J.B. Stunder, 2003, The relation between NO_x emission and precipitation NO₃ in the eastern USA, *Atmospheric Environment* 37, 2093-2104
- Davis L Mackenzie. *Introduction to Environmental Engineering*. Mc.Graw-Hill, Inc, New York. 1991
- Elshevier B.V, 1984. *Thermal conductivity of three noble gases with Carbon Monoxide*, Division of Engineering, Brown University, Providence, RI 02912, USA

- Fardiaz, Srikandi, *Polusi Air dan Udara*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta: 2003
- Fardiaz, Srikandi, *Polusi Air dan Udara*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta: 1992
- Fauzi, Y. 2012. *Kelapa Sawit, Budi Daya Pemanfaatan Hasil Limbah dan Limbah Analisis Usaha dan Pemasaran*. Cetakan Pertama. Jakarta. Penebar Swadaya.
- Iglesias, Domingo J. ; Angeles Calatayuda, Eva Barrenob, Eduardo Primo-milloa, and Manuel Talon. 2006. *Responses of Citrus Plant to Ozon. Plant physiology and Biochemistry* 44 (2-3): 125-131
- Jihan M. 2019. *Perbandingan Tingkat Pencemaran Karbon Monoksida (CO) di Ruas Jalan Ring Road Utara Gejayan Yogyakarta*. UII
- Keputusan Gubernur Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 153 Tahun 2002 Tentang Baku Mutu Udara Ambien di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Kolluru, V. R. (1996). *Risk Assessment and Management Handbook*. New York: McGrawhill inc.
- Kurniawan, A., 2009, Pengaruh Gas CO₂ dan SO₂ di Atmosfer Terhadap pH Air Hujan di Bukit Kotatabang, Megasains Buletin MKKuG GAW Bukit Kotatabang. Vol.2. Hal. 59-60., Sumatera Barat
- Kusminingrum, N dan Gunawan, G. 2008. *Polusi Udara Akibat Aktivitas Kendaraan Bermotor Di Jalan Perkotaan Pulau Jawa Dan Bali*. Bandung: Pusat Litbang Jalan dan Jembatan.
- Kwak, H. Y., Ko, J., Lee, S., Joh, C.H.2017. *Identifying the correlation between rainfall, traffic flow performance and air pollution concentration in Seoul using a path analysis* *Identifying the correlation between rainfall, traffic flow*

performance and air pollution concentration in Seoul using a path analysis.
Seoul, South Korea

Louvar, F.L. 1998. *Health and Environmental Risk Analysis: Fundamental with Application.* volume 2. New Jersey: Prentice Hall PTR.

Nisrina Setyan dan Asep Sofyan. 2012. *Analisis Distribusi Pencemar Udara NO₂, SO₂, CO, dan O₂ di Jakarta dengan WRF-CHEM.* Teknik Sipil dan Lingkungan Institut Teknologi Bandung. Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor 19-7119-9:2005 tentang Penentuan Lokasi Sampling Road Side

Nukman, *et al.* *Analisis dan Manajemen Risiko Kesehatan Pencemaran Udara: Studi Kasus di Sembilan Kota Besar Padat Transportasi.* *Jurnal Ekologi Kesehatan.* 2005; 4(2):270-289

Manahan, S.E., 2000, *Environmental Chemistry, Seventh Edition,* Boca raton Florida: CRC Press LLC

Marguiles, 1986 *Acute Carbon Monoxide Posioning Pregnancy* Emergency Department, University Hospital, State University of New York (SUNY) at Stony Brook, NY 11794, USA

Mayer, H. (2015). *Air Pollution in Cities Air pollution in cities.*

Othman Lebar (2015). *Penyelidikan Kualitatif: Pengenalan kepada Teori dan Metode.* Tanjong Malim: Penerbit Universitas Pendidikan Sultan Idris.

Paramitha, Nadia. 2006. *Hubungan Volume Kendaraan Bermotor, Suhu, Kelembaban, Arah dan Kecepatan Angin dengan Konsentrasi CO di Ruang Parkir Bawah Tanah (Dalam Ruang) dan di Ruas Jalan (Luar Ruang) (Studi*

Kasus: Malioboro Mall, Yogyakarta). Laporan Tugas Akhir. Semarang: Program Studi Teknik Lingkungan Diponegoro.

Rahmawati, Farida. 1999. *Kualitas Udara di DKI Jakarta Tahun 1997*. Jurusan Geografi FMIPA Universitas Indonesia. Depok

Ramayana, Kiki. (2014). *Pengaruh Jumlah Kendaraan Dan Faktor Meteorologis (Suhu, Kelembaban, Kecepatan Angin) Terhadap Peningkatan Konsentrasi Gas Pencemar CO (Karbon Monoksida) Pada Persimpangan Jalan Kota Semarang (Studi Kasus Jalan Karangrejo Raya, Sukun Raya, Dan Ngesrep Timur V)*. Laporan Tugas Akhir. Program Studi Teknik Lingkungan Diponegoro, Semarang.

Ryadi, Slamet. 1982. *Pencemaran Udara*. Surabaya: Usaha Nasional.

S. Henne. 2007. *Representativeness and climatology of carbon monoxide and ozone at the global GAW station Mt. Kenya in equatorial Africa*. Atmospheric Chemistry and Physics Discussion, Switserland : 7, 17769-17824.

Smith, L (2015). *Near-road measurements for nitrogen dioxide and its association with traffic exposure zones Atmospheric Pollution Research*.

Soedomo, M., 1999, *Pencemaran Udara (Kumpulan karya ilmiah)*, ITB press, Bandung

Sutrisn Badri. 2017. *Metode Statistika Untuk Penelitian Kuantitatif*. Yogyakarta: Penerbit Ombak.

US EPA 2014, *Air Quality Criteria for Particulate Matter*. Environmental Protection Agency.

- Verma, Sonal S and Birva Desai, (2008). *Effect of Meteorological Conditions on Air Pollution of Surat City. J. Int. Environmental Application & Science*. Vol. 3 No. (5): 358-367.
- Wahyu Laila Isnaini. 2012. *Pengaruh Paparan Gas Karbon Monoksida (Co) Terhadap Kelelahan Kerja Pada Pedagang Asongan Di Terminal Tirtonadi Surakarta*. UNS-F.Kedokteran. Prog Keselamatan Dan Kesehatan Kerja.
- Wardhana, *Dampak Pencemaran Lingkungan*, Yogyakarta: 2001
- WHO 2019. Global health risks: *Mortality and burden of disease attributable to selected major risks*. Geneva, World Health Organization. Journal Pre-proof http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/GlobalHealthRisks_report_full.pdf, 2019 (accessed 9 May 2019).
- Yang, J., J. McBride, J. Zhou, and Z. Sun. (2005). *The Urban Forest in Beijing and Its Role in Air Pollution Reduction*, Urban Forestry & Urban Greening, Vol. 3 : pp 65-78.
- Zendrako, E. 2010. *Pengukuran Kadar Gas Pencemar Nitrogen Dioksida Di Udara Sekitar Kawasan Industri. Medan*. Universitas Sumatera Selatan.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) di Kota Yogyakarta

Sumber: BLH Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta

No	Lokasi (Kode)	Parameter CO Berdasarkan Tahun ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)		
		2016	2017	2018
1	Perempatan Mirota Kampus	893,8	707,6	840,9
2	Depan Hotel Tentrem	1201,8	863,4	1040,6
3	RS. PKU Muhammadiyah	858,1	796,9	956,7
4	Depan Pasar Bringharjo	1002,9	1040,6	793,2
5	Depan Hotel Saphir	934,8	882,9	849,7
6	Jl. Sabirin Kota Baru	749,4	736,1	650,8
7	Depan Kantor Jetis	942,2	746,6	976,3
8	Depan Hotel Matahari	972,0	942,4	849,7
9	PT. Jogjatex	770,7	846,1	627,0
Rata-rata		925,1	840,3	842,7

Lampiran 2. Kondisi Meteorologi Kota Yogyakarta

Sumber : BMKG Stasiun Kelas I Gamping

Suhu Rata-rata ($^{\circ}\text{C}$)

No	Tahun	Bulan												Mean
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nop	Des	
1	2016	27,5	26,5	26,8	27,3	27,2	26,4	26,5	26,1	26,8	26,7	26,3	26,4	26,7
2	2017	26	26,1	26,3	26,5	26,4	26,3	25,1	25,1	25,8	26,9	25,8	26,3	26,1
3	2018	25,9	26	26,4	27	26,2	25,6	24,2	24,4	25,7	27,1	27	26,5	26,0

Curah Hujan

No	Tahun	Rata-rata	Bulan												Mean
			Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nop	Des	
1	2016	mm	152,0	323,0	425,0	184,8	137,8	296,5	105,9	94,5	237,2	324,2	508,2	267,8	254,7
		hh/hd	19,0	20,0	24,0	19,0	19,0	15,0	17,0	12,0	18,0	21,0	25,0	27,0	19,7
2	2017	mm	291,8	348,5	402,9	243,4	45,7	9,2	12,7	0,0	63,0	60,1	692,5	372,5	211,9
		hh/hd	28,0	24,0	21,0	20,0	7,0	5,0	4,0	1,0	6,0	14,0	25,0	22,0	14,8
3	2018	mm	464,1	337,0	190,9	107,5	10,8	17,4	0,0	1,1	20,6	0,0	275,4	177,6	133,5
		hh/hd	31,0	19,0	15,0	14,0	8,0	6,0	0,0	5,0	8,0	0,0	17,0	22,0	12,1

Kelembaban Udara (%)

No	Tahun	Bulan												Mean
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nop	Des	
1	2016	86	89	89	88	88	88	86	84	85	87	89	87	87,2
2	2017	88	88	87	88	83	84	84	81	81	84	90	86	85,3
3	2018	87	87	86	86	83	83	81	82	83	79	84	87	84,0

Tekanan Udara (mb)

No	Tahun	Bulan												Mean
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nop	Des	
1	2016	1014,8	1014,5	1014,8	1013,9	1013,7	1014,8	1013,9	1014,3	1013,9	1013,4	1013,4	1012,3	1014,0
2	2017	994,3	995	995,1	995,6	995,8	996,3	997,4	997,1	997,2	996	993,6	994,5	995,7
3	2018	993	995,1	994,6	994,7	995,5	996,7	997	997,8	997,6	997,2	996,3	995,6	995,9

Kecepatan Angin (m/s)

No	Tahun	Bulan												mean
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nop	Des	
1	2016	7,14	6,12	7,14	6,12	6,12	6,12	6,12	6,12	3,06	8,67	8,16	8,67	6,6
2	2017	0,9	1	0,9	0,8	0,8	0,7	0,8	1	1,1	1	0,8	1	0,9
3	2018	0,8	1	0,9	0,8	0,8	0,8	1	0,9	1,1	1,2	1	1,1	1,0

Lampiran 3. Data Statistika

Sumber : Badan Pusat Statistika Kota Yogyakarta

Data Kependudukan Kota Yogyakarta

No	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kepadatan Penduduk (m ²)	Laki-laki (Jiwa)	Perempuan (Jiwa)
1	2016	417.744	12.854	203.845	213.899
2	2017	422.732	13.007	206.421	216.311
3	2018	427.498	13.154	208.792	218.706
4	2019	414.055	12.740		

Data Jumlah Kendaraan Kota Yogyakarta

No	Jenis Kendaraan	2016 (Unit)	2017 (unit)	2018 (unit)
1	Mobil Penumpang	50562	54346	60780
2	Bus/Microbus	1056	1147	1230
3	Mobil Barang	10266	10623	11226
4	Kendaraan Khusus/truk	656	701	768
5	Sepeda Motor	303403	309373	341986
Total		365943	376190	415990

Data Jumlah Industri

No	Tahun	Jumlah Industri
1	2016	154
2	2017	180
3	2018	186



Lampiran 4 Data Kuesioner

Sumber: Data Primer Kuesioner dengan responden pedagang

Data Sekunder Badan Lingkungan Hidup D.I Yogyakarta 2018^(*)

Nomor Responden	Nama Responden	Waktu Pajanan / t_E (jam/hari)	Frekuensi Pajanan / f_E (hari/tahun)	Durasi Pajanan / Dt (tahun)	Umur (Tahun)	Berat Badan / W_b (kg)
PMK1	Pak Anto	12	312	33	52	85
PMK2	Bu Ayu	8	312	15	52	74
PMK3	Pak Salim	12	312	12	48	58
PMK4	Bu Indah	12	312	10	35	52
PMK5	Mas Hadi	12	312	5	30	62
PMK6	Pak Hendro	8	312	17	62	68
PMK7	Pak Bima	9	312	7	53	74
PMK8	Mas Toto	8	312	5	29	65
PMK9	Guntur	7	312	25	57	68
DHT1	Pak Joko	8	312	4	30	70
DHT2	Pak Basuki	6	312	28	60	50
DHT3	Pak Darsono	6	312	15	57	75
PKU1	Bu Titik	12	312	8	46	50
PKU2	Bu Veny	10	312	10	38	56
PKU3	Pak Suhandi	5	208	16	47	65
PKU4	Pak Yoyo	10	312	15	56	50
DPB1	Bu Reni	9	312	17	45	45
DPB2	Pak Ahmadi	7	312	10	48	68

Nomor	Nama Responden	Waktu Pajanan / t_E (jam/hari)	Frekuensi Pajanan / f_E (hari/tahun)	Durasi Pajanan / Dt (tahun)	Umur (Tahun)	Berat Badan / W_b (kg)
DPB3	Pak Udin	12	312	16	43	70
DPB4	Pak Ratih	6	312	11	52	47
DPB5	Bu Ida	6	312	20	65	60
DPB6	Pak Gunawan	9	312	17	44	68
DPB7	Pak Pardi	10	312	35	57	70
DPB8	Bu Martini	9	312	17	40	67
DPB9	Bu Satini	7	312	15	45	63
DPB10	Bu Yuni	15	312	20	52	46
DPB11	Pak Dariyanto	10	312	12	48	68
DPB12	Bu Tuminah	10	312	14	56	46
DPB13	Bu Titik	10	312	15	47	50
DPB14	Pak Tri	10	312	20	54	68
DHS1	Pak Andi	7	312	10	53	70
SKB1	Pak Yono	7	312	23	55	60
DKJ1	Pak Mulyo	6	312	21	57	44
DHM1	Pak Agus	10	312	15	44	70
JTX1	Pak Bandi	6	312	30	65	55

RIWAYAT HIDUP

Perkenalkan nama saya Afan Taufiq Faturohman, lahir di Kuningan, 11 Agustus 1998. Putra ke-2 dari dua bersaudara dari ayah yang bernama Drs. H. Ubed Subandi dan ibu yang bernama Hj. Imas Sulaesah, S.E. Telah menempuh pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 1 Kuningan pada tahun 2004-2010, kemudian melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Kuningan pada tahun 2010-2013, setelah lulus dari SMP kemudian melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Kuningan pada tahun 2013-2016. Setelah lulus SMA kemudian melanjutkan pendidikan di jenjang perguruan tinggi dan kuliah di Universitas Islam Indonesia (UII) Yogyakarta di Jurusan Teknik Lingkungan. Selama kuliah banyak mengikuti kegiatan organisasi baik di dalam kampus seperti pernah menjabat sebagai ketua UKM Badminton FTSP UII maupun diluar kampus seperti organisasi kedaerahan IPMK (Ikatan Pelajar dan Mahasiswa Kuningan).

