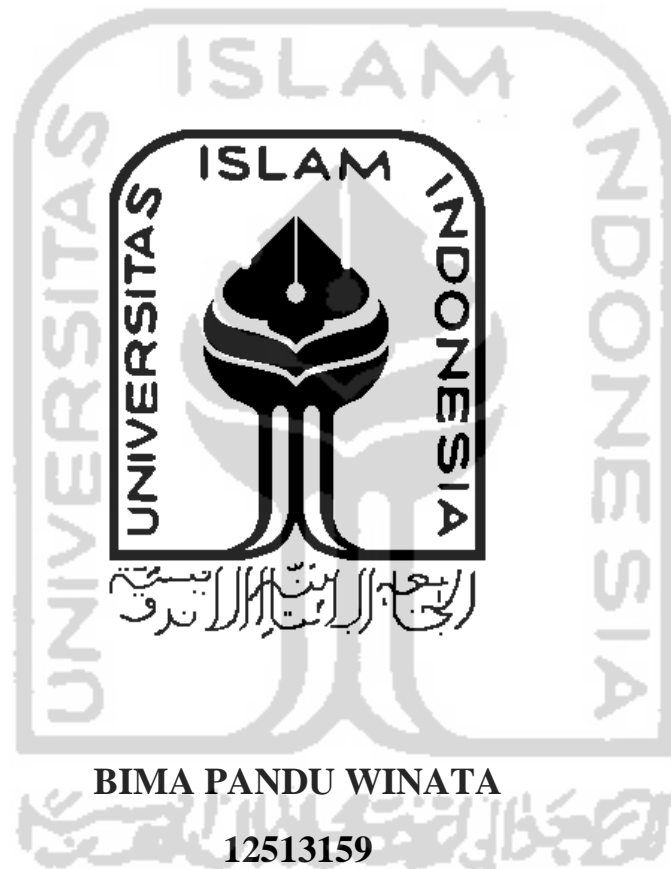


TUGAS AKHIR
ANALISIS PENGARUH FAKTOR METEOROLOGI TERHADAP
KONSENTRASI KARBON MONOKSIDA (CO) JALAN MALIOBORO
YOGYAKARTA

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2020

TUGAS AKHIR
ANALISIS PENGARUH FAKTOR METEOROLOGI TERHADAP
KONSENTRASI KARBON MONOKSIDA (CO) JALAN MALIOBORO
YOGYAKARTA

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan



Bima Pandu Winata
12513159

Disetujui,
Dosen Pembimbing :


Qorry Nugrahayu, S.T., M.T.

NIK : 155131303

Tanggal: 26 Maret 2020


Dr. Nur Aiji Iswati Hasanah, S.T., M.Si.

NIK : 185130403

Tanggal: 26 Maret 2020

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan FTSP UII




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

NIK : 025100406

Tanggal: 26 Maret 2020

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS PENGARUH FAKTOR METEOROLOGI TERHADAP
KONSENTRASI KARBON MONOKSIDA (CO) JALAN MALIOBORO
YOGYAKARTA**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Kamis
Tanggal : 26 Maret 2020

Disusun Oleh:

**BIMA PANDU WINATA
12513159**

Tim Penguji :

Qorry Nugrahayu, S.T., M.T.

()

Dr. Nur Aini Iswati Hasanah, S.T., M.Si.

()

Luqman Hakim, S.T., M.Si.

()

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 menjadi 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, Juni 2020



nyataan,

Bima Pandu Winata

12513159

PRAKATA

Puji dan Syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga tugas akhir ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak maret 2019 ini ialah “Analisis Pengaruh Faktor Meteorologi Terhadap Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) Jalan Malioboro Yogyakarta”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Ibu Qorry Nugrahayu, S.T., M.T. dan Ibu Dr. Nur Aini Iswamati Hasanah, S.T., M.Si. selaku pembimbing, Bapak Luqman Hakim, S.T., M.T. selaku Penguji yang telah memberikan banyak saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada Bapak dan Ibu Dosen beserta staf Jurusan Teknik Lingkungan FTSP UII yang telah membantu selama pengerjaan tugas akhir ini. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak dan Ibu di kampung serta seluruh keluarga, atas segala doa dan kasih sayangnya.

Semoga tugas akhir ini bermanfaat.

Yogyakarta, Juni 2020

Bima Pandu Winata



ABSTRAK

BIMA PANDU WINATA. Analisis Pengaruh Faktor Meteorologi Terhadap Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) Jalan Malioboro Yogyakarta. Dibimbing oleh QORRY NUGRAHAYU dan NUR AINI ISWATI HASANAH.

Sektor transportasi merupakan salah satu penyumbang pencemaran udara yang umumnya berasal dari buangan pembakaran yang kurang sempurna, salah satunya adalah gas karbon monoksida (CO). Penelitian ini dilakukan di kawasan Malioboro Yogyakarta yang merupakan jalan yang padat lalu-lintas terutama pada pagi, siang dan sore. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan analisis faktor meteorologi (temperatur, kecepatan angin dan kelembapan) terhadap kenaikan konsentrasi karbon monoksida (CO) di Jalan Malioboro. Penelitian dilakukan selama 6 (enam) hari di pagi, siang dan sore hari dengan pengambilan sampel selama 1 (satu) jam. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan *CO meter* untuk menangkap gas CO serta *anemometer digital* untuk mengukur kecepatan angin, kelembapan dan temperatur. Hasil penelitian ini menunjukkan hasil konsentrasi CO yang didapat pada Jalan Malioboro masih sesuai dengan nilai dibawah baku mutu standar udara ambien daerah yang dikeluarkan pemerintah pada keputusan Gubernur Provinsi DIY No. 153 Tahun 2002 dengan konsentrasi CO maksimum sebesar 5916,83 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ terdapat di Jalan Malioboro A pada pagi hari. Berdasarkan analisis menggunakan uji *rank Spearman's*, temperatur (berbanding lurus dengan konsentrasi CO) dan kelembapan (berbanding lurus dengan konsentrasi CO) memiliki hubungan terkuat terhadap konsentrasi CO. Masing-masing nilai perhitungan *rank Spearman's* Temperatur dan Kelembaban adalah rs 0,32 dan rs 0,27. Nilai Perhitungan *rank Spearman's* Kecepatan Angin (berbanding terbalik dengan konsentrasi CO) adalah rs 0,06.

Kata kunci : Jalan malioboro, karbon monoksida (CO), meteorologi, *rank spearman's*

ABSTRACT

BIMA PANDU WINATA. Effect Analysis of the Meteorological Factors on Carbon Monoxide (CO) Concentration in Malioboro Street, Yogyakarta. Supervised by QORRY NUGRAHAYU and NUR AINI ISWATI HASANAH.

The transportation sector is one of the donors of air pollution which generally comes from less than perfect combustion waste, one of which is carbon monoxide (CO) gas. This research is done in the area of Malioboro Yogyakarta which is a road that is heavy traffic especially in the morning, afternoon and afternoon. The purpose of this research is to analyze the meteorological factors (temperature, wind speed and humidity) on the increase in the concentration of carbon monoxide (CO) in Jalan Malioboro. The study was conducted for 6 (six) days in the morning, afternoon and evening with sampling for 1 (one) hour. Sampling is done by using the CO meter to capture gas CO. The digital sertainemometer to measure wind speed, humidity and temperature. The results of this study showed that the results of the CO concentration gained on Jalan Malioboro still correspond to the value of the standard quality of the regional ambient air standards issued by the Government on the decision of the governor of DIY Province No. 153 year 2002 with a maximum CO concentration of $5916.83 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ located at Jalan Malioboro A in the morning. Based on the analysis using Spearman's rank test, the temperature (directly proportional to CO-concentration) and humidity (directly proportional to CO concentration) has the strongest relationship to the CO concentration. Each value computation of Spearman's temperature and humidity is $R_s 0.32$ and $R_s 0.27$. The value of calculation of Spearman's velocity wind (inversely proportional to CO concentration) is $R_s 0.06$.

Keyword : Carbon monoxide (CO), malioboro streets, meteorology, rank spearman's

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Ruang Lingkup	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pencemaran Udara	4
2.2 Karbon Monoksida (Co).....	8
2.3 Baku Mutu Udara Ambien.....	11
2.4 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pencemaran Udara.....	12
2.5 Korelasi <i>Rank Spearman</i>	14
BAB III METODE PENELITIAN	16
3.1 Konsep Penelitian	16
3.2 Studi Penelitian	16
3.3 Analisis Sensitivitas	16
3.4 Lokasi dan Waktu	18
3.5 Variabel Penelitian.....	19
3.6 Alat dan Bahan Penelitian	20
3.7 Metode Pengukuran Data	20
3.8 Metode Analisis Data.....	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Konsentrasi Karbon Monoksida Pada Jalan Malioboro	23
4.2 Fluktuasi Faktor Meteorologi	25
4.3 Analisis Sensitivitas Konsentrasi Karbon Monoksida	31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	34
5.1 Kesimpulan.....	34
5.2 Saran.....	34
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	40

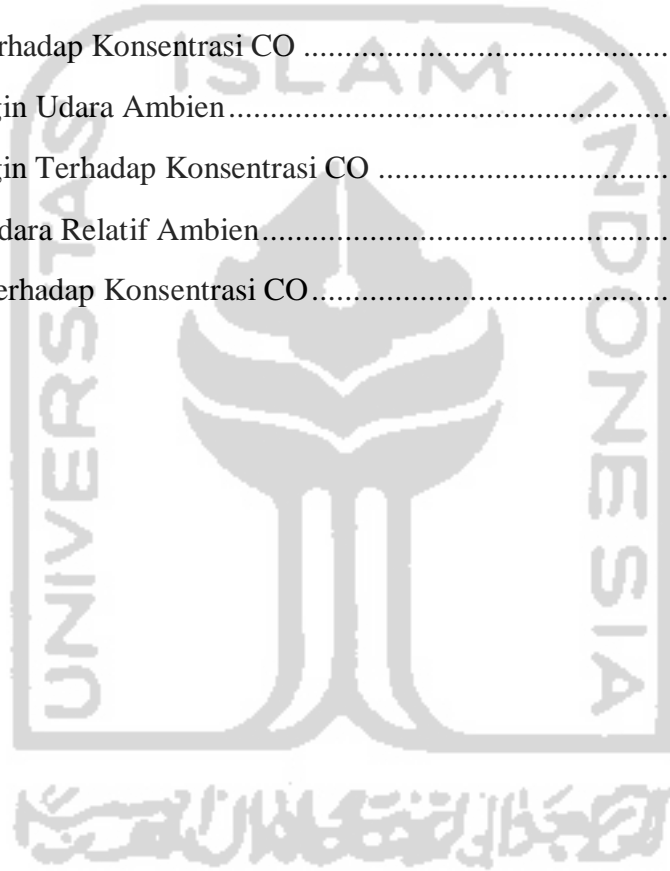
DAFTAR TABEL

1 Baku Mutu Udara Ambien CO	4
2 Sumber Pencemaran Karbon Monoksida	10
3 Dampak Karbon Monoksida	11
4 Nilai Koefisien <i>Spearman</i> dan Makna Hubungannya	15
5 Waktu dan Lokasi <i>Sampling</i>	19
6 Kategori Konsentrasi Menurut Keputusan Gubernur Provisinsi DIY No.153 Tahun 2002	24
7 Hasil Perhitungan Koefisien <i>Spearman</i>	32



DAFTAR GAMBAR

1 Kerangka Penelitian	17
2 Peta Lokasi <i>Sampling</i>	18
3 Konsentrasi Karbon Monoksida di Jalan Malioboro	23
4 Temperatur Udara Ambien.....	25
5 Temperatur Terhadap Konsentrasi CO	26
6 Kecepatan Angin Udara Ambien.....	27
7 Kecepatan Angin Terhadap Konsentrasi CO	28
8 Kelembapan Udara Relatif Ambien.....	29
9 Kelembapan Terhadap Konsentrasi CO	30



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Lampiran Batas Maksimum Mutu Udara Ambien
Lampiran 2 : Contoh Pengkoversian satuan ppm ke $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Yogyakarta merupakan salah satu kota di Indonesia yang memiliki daya tarik kuat untuk dikunjungi, terkhusus kawasan Malioboro. Kawasan Malioboro membentang sepanjang dari Tugu Jogja hingga perempatan Titik Nol Kilometer Kota Yogyakarta. Kunjungan pada sektor pariwisata sangat pesat di Kota Yogyakarta mengakibatkan terjadinya kepadatan arus lalu lintas terkhusus pada kawasan Malioboro. Kemacetan di Kota Yogyakarta biasa terjadi pada saat musim libur telah tiba seperti natal dan tahun baru, liburan sekolah ataupun liburan lebaran yang sangat terlihat dititik-titik akses menuju tempat wisata tugu, Jalan Malioboro, Jalan Jendral Sudirman dan perempatan Titik Nol Kilometer Yogyakarta.

Meningkatnya jumlah kendaraan di Kota Yogyakarta mengakibatkan menurunnya kualitas udara ambien. Penurunan kualitas udara ambien disebabkan salah satu faktornya adalah dari proses pembakaran yang tidak sempurna kendaraan bermotor berupa asap knalpot. Selain itu, Suryati dan Hafizhul (2016) menjelaskan bahwa terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pendispersian polutan di udara ambien, salah satunya adalah faktor meteorologi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ivana (2017), jumlah kendaraan dan kecepatan angin memiliki korelasi kuat dengan konsentrasi CO; jumlah kendaraan berbanding lurus sementara kecepatan angin berbanding terbalik dengan konsentrasi CO. Korelasi sangat lemah terhadap konsentrasi CO terjadi pada temperatur yang memiliki hubungan berbanding terbalik dan kelembapan yang berbanding lurus.

Wardhana (2004) menjelaskan, konsentrasi CO berbahaya bagi kesehatan manusia karena dapat merusak sistem jaringan hemoglobin dalam eritrosit. Gas CO sebanyak 30 ppm apabila terpapar manusia selama 8 jam akan menimbulkan rasa pusing dan mual. Berdasarkan tingkat bahaya racun CO, maka dalam tugas akhir ini dilakukan penelitian untuk mengetahui paparan konsentrasi pencemar CO yang dipengaruhi oleh faktor meteorologi pada area Jalan Malioboro.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapa konsentrasi karbon monoksida (CO) di udara ambien pada kawasan Jalan Malioboro?
2. Bagaimana pengaruh faktor meteorologi (temperatur, kelembapan dan kecepatan angin) terhadap konsentrasi karbon monoksida (CO) di Jalan Malioboro?

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dari tugas akhir ini adalah:

1. Menganalisis konsentrasi karbon monoksida CO di udara ambien pada area Jalan Malioboro.
2. Melakukan uji sensitivitas *rank Spearman* faktor meteorologi (temperatur, kelembapan dan kecepatan angin) terhadap konsentrasi karbon monoksida (CO) di Jalan Malioboro.

1.3 Ruang Lingkup

Ruang lingkup yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengambilan sampel penelitian dilakukan di Jalan Malioboro.
2. Parameter yang diukur adalah konsentrasi gas CO dan faktor meteorologi (temperatur, kelembapan, dan kecepatan angin).
3. Waktu pengambilan sampel dilakukan dalam rentang bulan Maret 2019 pada musim kemarau, dilaksanakan pada 3 (tiga) titik lokasi masing-masing diambil berdasarkan waktu pagi, siang dan sore sebanyak 18 (delapan belas) sampel.
4. Hasil konsentrasi CO dibandingkan terhadap Keputusan Gubernur Provinsi DIY No. 153 Tahun 2002 Tentang Baku Mutu Udara Ambien Daerah Di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dengan adanya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Lingkungan
Sebagai langkah pencegahan terjadinya pemanasan global yang dapat berdampak pada perubahan iklim regional dan global.
2. Bagi Masyarakat
Sebagai gambaran mengenai konsentrasi CO di Jalan Malioboro untuk dilakukannya gerakan yang lebih massif dalam mengurangi kadar konsentrasi CO di udara ambien.
3. Bagi Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta
 - a. Menjadi masukan informasi tentang kualitas udara ambien yang ada di kawasan Jalan Malioboro.
 - b. Menjadi bahan pertimbangan untuk melakukan pengawasan dan perancangan kebijakan dalam pengendalian pencemaran udara terkhusus di kawasan Jalan Malioboro.
4. Bagi Mahasiswa
Dapat menjadi sarana dalam pengembangan pengetahuan dan kemampuan terkait dengan pencemaran udara dan pengendaliannya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Udara

2.1.1 Definisi Pencemaran Udara

Udara merupakan suatu campuran gas yang terdapat pada lapisan yang mengelilingi bumi. Udara merupakan komponen kehidupan yang sangat penting untuk kelangsungan hidup manusia maupun makhluk lainnya seperti tumbuhan dan hewan (Fardiaz, 1992). Canter (1996) menjelaskan bahwa pencemaran udara merupakan kehadiran satu atau lebih kontaminan/polutan ke dalam atmosfer, yang karena jumlahnya dan lama waktu keberadaannya dapat mengakibatkan kerugian terhadap manusia, tumbuhan, hewan dan atau material serta menyebabkan gangguan kenyamanan dalam melakukan kegiatan.

Di kota-kota besar, kontribusi gas buang kendaraan bermotor sebagai sumber polusi udara mencapai 60-70%, sementara kontribusi gas buang dari cerobong asap industri hanya 10-15%, dan sisanya berasal dari sumber pembakaran lain seperti rumah tangga, pembakaran sampah, kebakaran hutan, dan lain-lain (BPLH DKI Jakarta, 2013). Pencemaran udara yang tertulis pada Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 pasal 1 ayat 1 adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara ambien turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya. Standar baku mutu udara ambien menurut PP No. 41 Tahun 1999 seperti dijelaskan Tabel 1.

Tabel 1 Baku Mutu Udara Ambien CO

Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu
CO (Karbon Monoksida)	1 Jam	30.000 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$
	24 Jam	10.000 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$

Sumber : Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999

2.1.2 Sumber Pencemaran Udara

Menurut Sunu (2001), secara umum sumber-sumber pencemaran udara ada 2 (dua) jenis yaitu:

1. Sumber Alamiah

Pencemaran udara yang berasal dari sumber alamiah ini berasal dari kejadian-kejadian atau aktivitas alam, contoh-contoh sumber alamiah antara lain:

- a. Letusan gunung berapi
- b. Gas beracun akibat gempa bumi
- c. Batuan yang berada di tanah dan mengeluarkan zat radioaktif yaitu radon
- d. Aerosol di lautan
- e. Tanaman (pollen, serbuk sari)
- f. Peluruhan H_2S , CO_2 , dan ammonia
- g. Nitrifikasi dan denitrifikasi biologi
- h. Petir atau loncatan listrik yang dapat memecahkan molekul (misalnya pemecahan molekul N_2 menjadi NO)
- i. Kebakaran hutan (namun kejadian ini dapat dipicu oleh aktivitas manusia)

2. Sumber Buatan Manusia

Kegiatan manusia dapat mengubah lingkungan hidup yang antara lain disebabkan oleh perkembangan budaya, penggunaan ilmu dan teknologi, serta diiringi oleh pola konsumsi yang berlebihan. Beberapa aktivitas manusia yang dapat menimbulkan pencemaran udara, antara lain:

- a. Industri (gas buang pabrik yang menghasilkan gas berbahaya, seperti Chloro Fluoro Carbon)
- b. Kendaraan bermotor
- c. Pembangkit listrik
- d. Asap rokok
- e. Ledakan baik kecelakaan ataupun buatan
- f. Persampahan (dekomposisi, pembakaran sampah domestik, pembakaran sampah komersial)
- g. Permukiman (pembakaran dari perapian dan kompor)

- h. Pertanian

2.1.3 Jenis Pencemaran Udara

Menurut Soedomo (2001) jenis pencemaran dapat dilihat dari segi fisik bahan pencemar dapat berupa:

- a. Partikel (debu, aerosol, timah hitam)
- b. Gas (CO, NO_x, SO_x, H₂S, Hidrokarbon)
- c. Energi (temperatur dan kebisingan)

Berdasarkan kejadian, terbentuknya pencemar terdiri dari:

- a. Pencemar primer (yang diemisikan langsung oleh sumber)
- b. Pencemar sekunder (terbentuk karena reaksi di udara antara berbagai zat)

Sedangkan pola emisi, akan menggolongkan pencemaran dari:

- a. Sumber titik (*point source*)
- b. Sumber garis (*line source*)
- c. Sumber area (*area source*)

Sementara itu Sunu (2001) jenis pencemaran udara dapat dilihat dari:

1. Berdasarkan Bentuk
 - a. Gas adalah uap yang dihasilkan dari zat padat atau cair karena dipanaskan atau menguap sendiri. Contohnya: CO₂, CO, SO_x, NO_x.
 - b. Partikel adalah suatu bentuk pencemaran udara yang berasal dari zarah-zarah kecil yang terdispersi ke udara baik berupa padatan, cairan, maupun padatan dan cairan secara bersama-sama. Contohnya: debu, asap, kabut, dan lain-lain.
2. Berdasarkan Tempat
 - a. Pencemaran udara dalam ruang (*indoor air pollution*) yang disebutkan juga udara tidak bebas seperti di rumah, pabrik, bioskop, sekolah, rumah sakit, dan bangunan lainnya. Biasanya zat pencemarannya adalah asap rokok, asap yang terjadi di dapur tradisional ketika memasak, dan lain-lain.
 - b. Pencemaran udara luar ruang (*outdoor air pollution*) yang disebut juga udara bebas seperti asap dari industri maupun kendaraan bermotor.

3. Berdasarkan Gangguan atau Efeknya Terhadap Kesehatan
 - a. Irritansia adalah zat pencemar yang dapat menimbulkan iritasi jaringan tubuh seperti SO_2 , Ozon, dan Nitrogen Oksida.
 - b. Aspeksia adalah keadaan dimana darah kekurangan oksigen dan tidak mampu melepas Karbon Dioksida. Gas penyebab tersebut CO , H_2S , NH_3 , dan CH_4 .
 - c. Anestesia adalah zat yang mempunyai efek membius dan biasanya merupakan pencemaran udara dalam ruang. Contohnya: Formaldehide dan Alkohol.
 - d. Toksik adalah zat pencemar yang menyebabkan keracunan. Zat penyebabnya seperti Timbal, Cadmium, Fluor, dan Insektisida.
4. Berdasarkan Susunan Kimia
 - a. Anorganik adalah zat pencemar yang tidak mengandung karbon seperti seperti asbestos, ammonia, asam sulfat, dan lain-lain.
 - b. Organik adalah zat pencemar yang mengandung karbon seperti pestisida, herbisida, beberapa jenis alkohol, dan lain-lain.
5. Berdasarkan Asalnya
 - a. Primer adalah suatu bahan kimia yang ditambahkan langsung ke udara yang menyebabkan konsentrasinya meningkat dan membahayakan. Contohnya: CO_2 yang meningkat diatas konsentrasi normal.
 - b. Sekunder adalah senyawa kimia berbahaya yang timbul dari hasil reaksi antara zat polutan primer dengan komponen alamiah. Contohnya: *Peroxy Acetil Nitrat* (PAN)

Menurut Farida (2004) berdasarkan pergerakannya pencemaran udara dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua) yaitu:

1. Sumber pencemaran tidak bergerak (industri, pemukiman, dan pembangkit tenaga listrik) yang menghasilkan unsur-unsur polutan atmosfer sebagai berikut: kabut asam, oksida nitrogen, CO , partikel-partikel padat, hidrogen sulfida (H_2S), metil merkatan (CH_3SH), NH_3 , gas klorin, H_2S , flour, timah hitam, gas-gas asam, seng, air raksa, kadmium, arsen, antimon, radio nuklida, dan asap.

Menurut PP 41 tahun 1999 pasal 1 ayat 14 dan 15, terdapat sumber tidak bergerak dan sumber tidak bergerak spesifik.

- a. Sumber tidak bergerak adalah sumber emisi yang tetap pada suatu tempat.
 - b. Sumber tidak bergerak spesifik adalah sumber emisi yang tetap pada suatu tempat yang berasal dari kebakaran hutan dan pembakaran sampah.
2. Sumber bergerak (kendaraan bermotor atau transportasi) menghasilkan CO, SO₂, oksida nitrogen, hidrokarbon, dan partikel-partikel padat. Menurut PP 41 tahun 1999 pasal 1 ayat 12 dan 13, terdapat sumber bergerak dan sumber bergerak spesifik.
- a. Sumber bergerak adalah sumber emisi yang bergerak atau tidak tetap pada suatu tempat yang berasal dari kendaraan bermotor.
 - b. Sumber bergerak spesifik adalah sumber emisi yang bergerak atau tidak tetap pada suatu tempat yang berasal dari kereta api, pesawat terbang, kapal laut dan kendaraan lainnya.

2.2 Karbon Monoksida (CO)

2.2.1 Karakteristik Karbon Monoksida

Karbon monoksida (CO) merupakan suatu gas yang tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa. Gas CO dapat berbentuk cairan pada temperatur -192°C. Keberadaan gas ini sebagian besar merupakan hasil pembakaran bahan bakar fosil dengan udara, berupa gas buangan. Buangan asap kendaraan bermotor juga merupakan salah satu penghasil gas CO terbesar di samping aktivitas industri (Wardhana, 2004).

Gas karbon monoksida (CO) merupakan parameter pencemaran udara yang sangat perlu diperhatikan karena merupakan polutan yang sangat berbahaya dari kendaraan bermotor, tentunya dapat mengganggu kesehatan manusia. Kendaraan bermotor merupakan sumber utama CO terutama pada kendaraan yang sudah tua, karena mesin kendaraan kurang berfungsi secara baik (Basuki, 2008).

2.2.1.1 Sifat Fisika dan Kimia CO

Karbon dan oksigen dapat bergabung membentuk senyawa karbon monoksida (CO) hasil pembakaran yang tidak sempurna dan karbon karbon

dioksida (CO₂) sebagai hasil pembakaran sempurna. Karbon monoksida merupakan senyawa yang tidak berbau, tidak berasa dan pada temperatur normal berbentuk gas yang tidak berwarna.

a. Sumber dan Distribusi CO

Karbon monoksida di lingkungan dapat terbentuk secara alamiah, tetapi sumber utamanya dari kegiatan manusia. Karbon monoksida yang berasal dari alam termasuk dari lautan, oksidasi metal di atmosfer, pegunungan, kebakaran hutan dan badai listrik alam.

Kadar CO diperkotaan cukup bervariasi tergantung dari kepadatan kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar bensin dan umumnya ditemukan kadar maksimum CO yang bersamaan dengan jam-jam sibuk pada pagi hari dan malam hari. Berdasarkan SNI 19-0232-2005 nilai ambang batas karbon monoksida di udara adalah 25 ppm.

b. Proses Pembentukan Karbon Monoksida Dalam Gas Buang

Boleh dikatakan bahwa terbentuknya karbon monoksida (CO) sangat tergantung dari perbandingan campuran bahan bakar dan udara yang masuk dalam ruang bakar. Menurut teori bila terdapat oksigen yang melebihi perbandingan campuran teori/ideal (campuran menjadi terlalu kurus) maka tidak akan termaksud CO. Tetapi kenyataannya CO juga dihasilkan pada saat kondisi campuran kurus. Tiga alasan untuk kondisi di atas adalah (Irawan, 2006) :

- 1) Pada proses selanjutnya CO akan berubah menjadi CO₂



Akan tetapi reaksi ini lambat dan tidak dapat merubah seluruh sisa CO menjadi CO₂. Oleh sebab itu campuran yang kurus sekalipun masih juga menghasilkan emisi CO.

- 2) Pembakaran yang tidak merata yang ditimbulkan dari tidak meratanya suplai/distribusi bahan bakar di dalam ruang bakar.
- 3) Temperatur di sekeliling silinder yang rendah, yang pada akhirnya menyebabkan peristiwa *Quenching*, artinya temperatur terlalu rendah untuk

terjadinya pembakaran, sehingga api tidak mencapai daerah ini di dalam silinder.

2.2.2 Sumber Pencemar Karbon Monoksida

Menurut Wardhana (2004) sumber pencemar karbon monoksida berasal dari transportasi, proses industri, pembuangan limbah padat dengan persentase pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2 Sumber Pencemaran Karbon Monoksida

Sumber Pencemaran	% Bagian	% Total
Transportasi		63,8
Mobil bensin	59	
Mobil diesel	0,2	
Pesawat terbang	2,4	
Kereta api	0,1	
Kapal laut	0,3	
Sepeda motor dll	1,8	
Pembakaran stasioner		1,9
Batubara	0,8	
Minyak	0,1	
Gas alam	0	
Kayu	1	
Proses industri		9,6
Pembuangan limbah padat		7,8
Lain-lain sumber		16,9
Kebakaran hutan	7,2	
Pembakaran batubara sisa	1,2	
Pembakaran limbah pertanian	8,3	
Pembakaran lain-lainnya	0,2	
Total	100	100

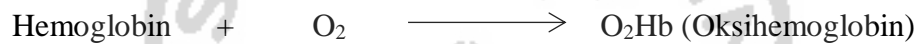
Sumber: Wardhana (2004)

2.2.3 Pengaruh Karbon Monoksida (CO) Terhadap Kesehatan Manusia

Menurut Sarudji (2010) gas buang karbon monoksida berbahaya bagi kesehatan manusia karena melibatkan hemoglobin dalam eritrosit. Hemoglobin

yang berfungsi mengikat oksigen untuk dikonsumsi ke dalam jaringan tubuh yang dibutuhkan akhirnya mengikat CO karena daya afinitas yang lebih tinggi. Diperkirakan daya afinitas hemoglobin CO adalah 200 kali lebih tinggi dibandingkan dengan ikatan hemoglobin dengan oksigen.

Karbon monoksida (CO) apabila terhisap ke dalam paru-paru akan ikut peredaran darah dan akan menghalangi masuknya oksigen yang dibutuhkan oleh tubuh. Hal ini dapat terjadi karena CO bersifat racun metabolis, ikut bereaksi secara metabolis dengan darah. Seperti halnya oksigen, gas CO mudah bereaksi dengan darah (hemoglobin):



Konsentrasi gas CO sampai dengan 100 ppm masih dianggap aman kalau waktu kontak hanya sebentar. Gas CO sebanyak 30 ppm apabila dihisap manusia selama 8 jam akan menimbulkan rasa pusing dan mual. Konsentrasi CO sebanyak 1000 ppm dan waktu paparan (kontak) selama 1 jam menyebabkan pusing dan kulit berubah menjadi merah tua dan disertai rasa pusing yang hebat. Dampak CO berdasarkan konsentrasi CO dapat dilihat pada Tabel 3 (Wardhana, 2004).

Tabel 3 Dampak Karbon Monoksida

Konstrasi CO di udara (ppm)	Konsentrasi COHb dalam darah %	Gangguan pada tubuh
3	0,98	Tidak ada
5	1,3	Belum begitu terasa
10	2,1	Sistem syaraf sentral
20	3,7	Panca indera
40	6,9	Fungsi jantung
60	10,1	Sakit kepala
80	13,3	Sulit bernafas
100	16,5	Pingsan sampai kematian

Sumber: Wardhana (2004)

2.3 Baku Mutu Udara Ambien

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 42 Tahun 1999 pasal 1 ayat 7, mengenai Pengendalian Pencemaran Udara, 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. Keputusan Gubernur Propinsi DIY No.153 Tahun 2002 menjelaskan baku mutu ambien terdiri dari baku mutu ambien primer yang diperuntukkan untuk melindungi manusia dan baku mutu udara ambien sekunder yang diperuntukkan untuk melindungi hewan, tumbuh-tumbuhan jarak pandang dan kenyamanan serta benda cagar budaya. Baku mutu udara ambien di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta ditetapkan sebagai Batas Maksimum Mutu Udara Ambien untuk mencegah terjadinya pencemaran udara yang berpedoman sebagaimana tersebut dalam lampiran 1.

2.4 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pencemaran Udara

Aktifitas perkotaan telah terbukti membawa perubahan-perubahan terhadap faktor-faktor meteorologis. Perubahan dalam parameter-parameter meteorologis tersebut akan membawa pengaruh yang besar dalam penyebaran dan difusi pencemar udara yang di emisikan (Soedomo, 2001). Beberapa faktor meteorologis yang mempengaruhi pencemaran udara adalah:

2.4.1 Temperatur

Pergerakan mendadak lapisan udara dingin ke suatu kawasan dapat menimbulkan temperatur inversi. Dengan kata lain, udara dingin akan terperangkap dan tidak dapat keluar dari kawasan tersebut dan cenderung menahan polutan tetap berada di lapisan permukaan bumi sehingga konsentrasi polutan di kawasan tersebut semakin lama semakin tinggi (Chandra, 2006).

Menurut Soedomo (2001), perubahan terhadap keseimbangan pemanasan merupakan pengaruh meteorologi utama yang ditimbulkan oleh aktifitas perkotaan. Perubahan dapat terjadi karena:

2.4.1.1 Perubahan karakteristik pemanasan pada permukaan

Banyaknya bangunan tegak lurus di daerah perkotaan menyebabkan perubahan keseimbangan pemanasan. Pada siang hari, gelombang sinar matahari

akan mengalami pemantulan berulang kali oleh permukaan tanah dan dinding bangunan, sehingga gelombang sinar yang terlepas ke atmosfer sangat berkurang. Pada malam hari, pelepasan panas yang tertahan pada siang hari akan meningkatkan temperatur.

2.4.1.2 Perubahan penyinaran

Unsur-unsur pencemar udara perkotaan (aerosol, debu dan oksidan) dapat mengurangi intensitas sinar matahari yang datang antara 20% dan 30%. Ini akan mengakibatkan naiknya temperatur.

2.4.2 Arah dan Kecepatan Angin

Kecepatan angin yang kuat akan membawa polutan terbang kemana-mana dan dapat mencari udara negara lain (Chandra, 2006). Kecepatan angin di daerah perkotaan akan cenderung menurun akibat semakin besarnya gesekan yang timbul pada aliran udara (Soedomo, 2001).

2.4.3 Kelembapan

Menurut Fajar (2010), kelembapan relatif adalah jumlah aktual uap air di udara relatif terhadap jumlah uap air pada waktu udara dalam keadaan jenuh pada temperatur yang sama dinyatakan dalam persen.

Pada kelembapan udara yang tinggi maka kadar uap di udara dapat bereaksi dengan pencemar udara, menjadi zat lain yang tidak berbahaya atau menjadi zat pencemar sekunder (Faudzi, 2012).

2.4.4 Hujan

Chandra (2006), menjelaskan bahwa air hujan merupakan pelarut umum dan cenderung melarutkan bahan polutan yang terdapat dalam udara. Kawasan industri yang menggunakan batubara sebagai sumber energinya berpotensi menjadi sumber pencemar udara di sekitarnya. Pembakaran batubara akan menghasilkan gas sulfurdioksida dan apabila gas tersebut bercampur dengan air hujan akan terbentuk asam sulfat (*sulfuric acid*) sehingga air hujan menjadi asam, biasa disebut hujan asam (*acid rain*).

2.4.5 Topografi

Variabel-variabel yang termasuk di dalam faktor topografi, antara lain (Chandra, 2006).

a. Dataran rendah

Di daerah dataran rendah, angin cenderung membawa polutan terbang jauh ke seluruh penjuru dan dapat melewati batas negara dan mencemari udara negara lain.

b. Pegunungan

Di daerah dataran tinggi sering terjadi temperatur inversi dan udara dingin yang terperangkap akan menahan polutan tetap di lapisan permukaan bumi.

c. Lembah

Di daerah lembah, aliran angin sedikit sekali dan tidak tertiup ke segala penjuru. Keadaan ini cenderung menahan polutan yang terdapat di permukaan bumi.

2.5 Korelasi *Rank Spearman*

Koefisien korelasi *Rank Spearman* (r_s) adalah ukuran erat-tidaknya kaitan antara dua variabel ordinal atau ukuran atas derajat hubungan antara data yang telah disusun menurut peringkat (Supranto, 1988). Koefisien korelasi digunakan untuk mengukur derajat erat-tidaknya hubungan antar satu variabel terhadap variabel lainnya dimana pengamatan pada masing-masing variabel tersebut didasarkan pada pemberian peringkat tertentu yang sesuai dengan pengamatan serta pasangannya (Samsubar, 1986). Metode Kendal Tau (Kendall, 1938) dan metode *Rank Spearman* Rho (Spearman, 1904) adalah dua metode umum yang digunakan dalam mendeteksi asosiasi nonparametric antara dua variabel. Penggunaannya biasanya terbatas pada satu blok. Namun, ada keadaan di mana distribusi gabungan dari dua variabel (X dan Y) dipengaruhi oleh nilai variabel ketiga (Taylor, 1987).

Metode statistik ini merupakan yang pertama kali dikembangkan berdasarkan *rank* dan diperkirakan paling banyak dikenal dengan baik hingga saat ini. Metode korelasi *Rank Spearman* diperkenalkan oleh *Spearman* pada tahun 1904. Nilai statistic disebut *rho*, disimbolkan dengan r_s . metode korelasi *Rank Spearman* adalah ukuran asosiasi yang menuntut kedua variabel diukur sekurang-kurang dalam skala ordinal sehingga objek-objek atau individu-individu yang dipelajari dapat *diranking* dalam dua rangkaian berurut. Jadi, metode korelasi *Rank Spearman* adalah metode yang berkerja untuk skala data ordinal atau *ranking* dan

bebas distribusi (Nugroho, 2008). Nilai *Rank Spearman* dapat dilihat dalam Tabel 4 berikut.

Tabel 4 Nilai Koefisien *Spearman* dan Makna Hubungannya

Rs (+/-)	Makna Hubungan
0.01-0.19	Sangat Lemah
0.20-0.39	Lemah
0.40-0.59	Sedang
0.60-0.79	Kuat
0.80-1.00	Sangat Kuat

Nilai korelasi *Rank Spearman* berada diantara -1 s/d 1. Bila nilainya 0, berarti tidak ada korelasi atau tidak ada hubungannya antara variabel independen dan dependen. Nilainya +1 berarti terdapat hubungan yang positif antar variabel independen dan dependen. Nilai -1 berarti terdapat hubungan yang negatif antara variabel independen dan dependen (Sugiyono, 2004).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Konsep Penelitian

Konsep penelitian merupakan sebuah kerangka penelitian yang memuat tahapan yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan optimal. Fungsi dari pembuatan konsep penelitian adalah sebagai kerangka utama yang menjaga arah tata cara penulisan laporan penelitian agar terjaga konsistensi penulisan dalam mencapai tujuan dan meminimalisasi kesalahan pada penulisan laporan. Secara skematis, metode penelitian ini ditunjukkan dalam Gambar 1.

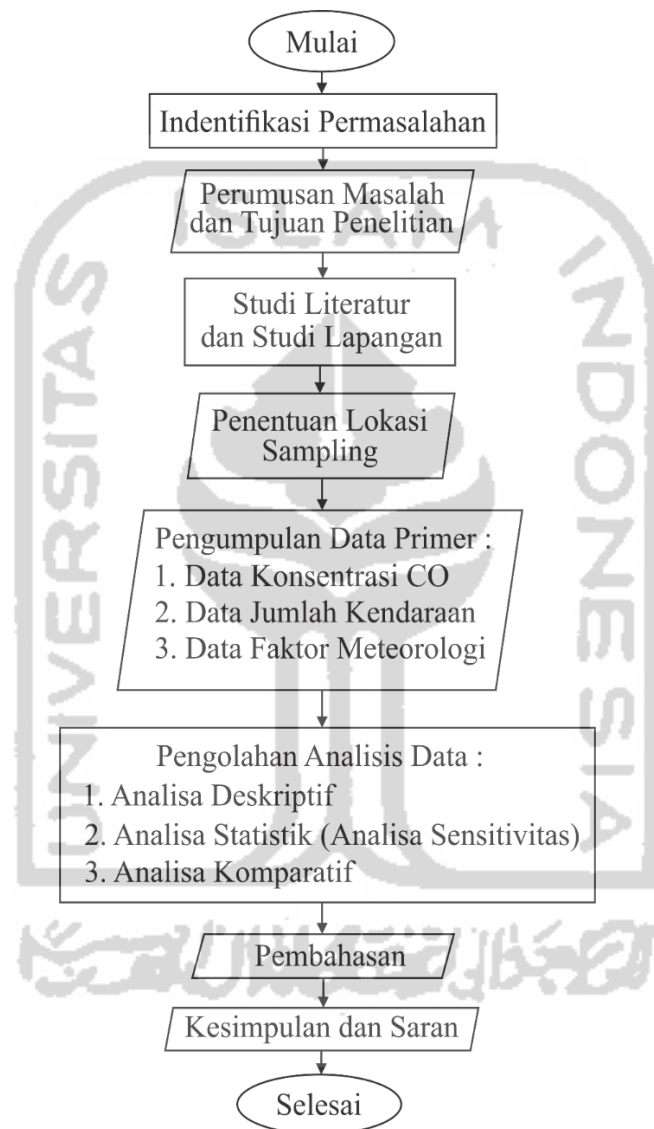
3.2 Studi Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif bertujuan untuk menganalisa sensitivitas antara konsentrasi karbon monoksida (CO) dengan faktor meteorologi (temperatur, kelembapan, dan kecepatan angin). Langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan studi literatur, menentukan metode penelitian dan mencari data primer dengan penelitian langsung serta melakukan pemilihan titik lokasi *sampling* pada area Jalan Malioboro. Untuk menentukan titik *sampling*, digunakan metode *purposive sampling* dengan mempertimbangkan hasil pemantauan arus masuk dan keluar kendaraan, kualitas udara, dan jumlah kendaraan. Data-data numerikal (angka) yang diperoleh dalam penelitian ini dianalisis dengan metode deskriptif, statistik dan komparatif.

3.3 Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas diperlukan untuk menilai seberapa sensitif perubahan parameter output karena perubahan parameter input (Montano dan Palmer, 2013). Untuk mengetahui kualitas udara ambien pada kawasan Jalan Malioboro, dibutuhkan parameter input pagi, siang dan sore yakni masing-masing faktor meteorologi yang mempengaruhi terhadap karbon monoksida (CO) di udara. Semua data input dan output dimasukkan dalam tabel excel analisis Spearman kemudian dihitung dan hasil analisis dikategorikan sesuai rank. Selain itu, harus

dievaluasi apakah faktor-faktor ini dapat dikendalikan dan direayasa sehingga dapat mengurangi polutan karbon monoksida (CO).



Gambar 1 Kerangka Penelitian

3.4 Lokasi dan Waktu

3.4.1 Lokasi

Lokasi penelitian ini berada pada area Jalan Malioboro. Secara geografis Jalan Malioboro terletak di antara $7^{\circ}.33'$ - $8^{\circ}.23'$ LS dan $110^{\circ}.00'$ - $110^{\circ}.50'$ BT. Titik *sampling* untuk penelitian ini berjumlah 3 (tiga) titik yaitu di sebelah utara ujung Jalan Malioboro (Malioboro A), depan Kantor Gubernur DIY (Malioboro B) dan depan Monumen Serangan Umum 1 Maret Yogyakarta (Malioboro C) seperti Gambar 2. Peletakan alat *sampling* pada lokasi dilakukan berdasarkan pedoman SNI 19-7119.9-2005 tentang Udara Ambien – Bagian 9: Penentuan Lokasi Pengambilan Contoh Uji Pemantauan Kualitas Udara *Roadside*.



Gambar 2 Peta Lokasi Sampling

Sumber : Google Maps (diakses Februari 2019)

3.4.2 Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan selama 6 (enam) hari pada tanggal 9, 11, 16, 18, 23 dan 25 Maret 2019 dengan periode waktu pagi, siang dan sore hari. Pembagian waktu *sampling* dibagi dalam 2 (dua) hari per 1 (satu) minggu di setiap titik *sampling*. Pengukuran di setiap titik dilakukan dalam waktu 1 (satu) jam dalam setiap periode

berdasarkan peraturan PermenLH No 12 tahun 2010 tentang Pengendalian Pencemaran Udara di daerah. Periode waktu yang dimaksud adalah :

1. Pagi : 06:00 - 09:00
2. Siang : 12:00 - 14:00
3. Sore : 16:00 - 18:00

Jadwal dan lokasi *sampling* penelitian dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5 Waktu dan Lokasi *Sampling*

no	Lokasi	Waktu	Variabel yang Diukur
1	Malioboro A (9 & 11 Maret 2019)	07:00 – 08:00	Konsentrasi CO, Kecepatan Angin, Temperatur dan Kelembapan
		12:00 – 13:00	
		16:00 – 17:00	
2	Malioboro B (16 & 18 Maret 2019)	07:00 – 08:00	
		12:00 – 13:00	
		16:00 – 17:00	
3	Malioboro C (23 & 25 Maret 2019)	07:00 – 08:00	
		12:00 – 13:00	
		16:00 – 17:00	

3.5 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah variabel bebas dan variabel terikat.

1. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang menyebabkan berubahnya variabel terikat. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah faktor meteorologi (temperatur, kecepatan angin, dan kelembapan).

2. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi karena adanya variabel bebas.

Variabel terikat yang digunakan dalam penelitian ini adalah konsentrasi karbon monoksida (CO).

3.6 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan penelitian yang digunakan dalam pengukuran data primer yaitu:

1. *Carbonmonoxide (CO) Analyzer*
Berfungsi sebagai pengumpul sampel konsentrasi CO.
2. *Anemometer digital*
Berfungsi untuk mengukur arah dan kecepatan angin.
3. *Anemometer digital*
Berfungsi mengukur temperatur udara dan kelembapan.
4. *GPS*
Berfungsi untuk mengukur posisi pengambilan data.
5. *Stopwatch*
Berfungsi untuk mengukur waktu pengambilan sampel.
6. *Kamera Handphone*
Berfungsi untuk mengambil dokumentasi saat penelitian.
7. *Box*
Tempat penyimpanan bahan

3.7 Metode Pengukuran Data

3.7.1 Data

- a. Data Primer
 - 1) Data gas CO (Karbon Monoksida) di titik pengukuran.
 - 2) Data temperatur di titik pengukuran.
 - 3) Data kecepatan angin di titik pengukuran.
 - 4) Data Kelembapan di titik pengukuran.
 - 5) Pengukuran dan Perhitungan Konsentrasi CO

3.7.2 Pengukuran Konsentrasi CO

Data primer yang dibutuhkan adalah nilai CO, adapun alat yang dibutuhkan untuk pengambilan data primer yaitu CO Meter (*CO Analyzer*) yang diletakkan \pm 1,5 meter dari permukaan tanah sesuai dengan rata-rata tinggi untuk bernafas dengan pencatatan setiap 5 (lima) menit selama 1 (satu) jam kemudian di rata-rata.

Hasil konsentrasi parameter yang didapat dalam satuan ppm sebelum membandingkan dengan peraturan baku mutu, maka diperlukan konversi satuan

konsentrasi udara dari ppm menjadi $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ atau sebaliknya dengan persamaan (1) berikut.

$$\frac{\mu\text{g}}{\text{Nm}^3} = \frac{\text{konsentrasi ppm} \times \text{BM}}{24,45} \times 1000 \quad (1)$$

Dimana:

BM : Berat molekul/senyawa

3.7.3 Pengukuran Faktor Meteorologi

Parameter faktor meteorologi yang dihitung pada penelitian ini adalah temperatur, kecepatan angin, dan kelembapan dengan pencatatan setiap 5 (lima) menit selama 1 (satu) jam kemudian data dirata-rata .

a. Temperatur

Pengukuran temperatur di lapangan menggunakan alat *Anemometer digital* yang dilakukan selama pengambilan nilai CO.

b. Kecepatan Angin

Pengukuran kecepatan angin di lapangan menggunakan alat *Anemometer digital* yang dilakukan selama pengambilan nilai CO.

c. Kelembapan

Pengukuran kelembapan di lapangan menggunakan alat *Anemometer digital* yang dilakukan selama pengambilan nilai CO.

3.8 Metode Analisis Data

Data-data yang didapat dari hasil pengukuran diolah dengan menggunakan metode analisis data kuantitatif. Analisis yang digunakan adalah sebagai berikut:

3.8.1 Analisis Deskriptif

Analisis ini berfungsi untuk mendeskripsikan konsentrasi pencemar karbon monoksida (CO) melalui data sampel faktor meteorologi (temperatur, kelembapan, dan kecepatan angin). Statistik ini disajikan dalam bentuk tabel maupun bentuk berbagai diagram, seperti: grafik garis maupun batang, diagram lingkaran dan histogram.

3.8.2 Analisis Komparatif

Analisis ini digunakan untuk membandingkan hasil nilai konsentrasi CO di Jalan Malioboro dan Titik Nol Km Yogyakarta dengan standar baku mutu udara ambien DIY menurut Kep. Gubernur DIY No. 153 tahun 2002.

3.8.3 Analisis Statistik

Analisis Sensitivitas karbon monoksida (CO) dengan metode Korelasi *Rank Spearman*:

Tahap ini melakukan analisis sensitivitas polutan CO dengan metode korelasi *Rank Spearman*. Analisis dilakukan dengan mencari koefisien *Spearman* berdasarkan faktor meteorologi. Perhitungan dan penentuan koefisien *Spearman* dilakukan dengan menggunakan program *Microsoft Excel*. Perhitungan manual *Spearman* yang ditunjukkan oleh Persamaan (2) (Puspitaningdyah, 2012)

$$R_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2-1)} \quad (2)$$

Keterangan

R_s = Koefisien korelasi *Rank Spearman*

d_i = Selisih peringkat data ke i

n = Jumlah sampel

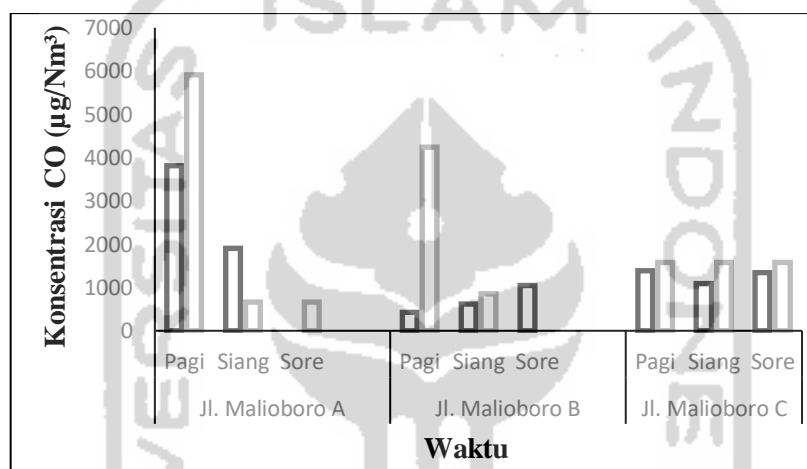
Semua data tersebut dimasukkan kedalam *sheet1 Ms. Excel* dengan kondisi pada baris 1 merupakan nama parameter, sedangkan baris berikutnya diisi dengan hasil pengukuran setiap parameter sesuai pengkategorian pada Tabel 4 Nilai Koefisien *Spearman* dan makna hubungannya. Setelah dikalkulasi, korelasi *Rank Spearman* dapat dilihat. Hasil koefisien *Rank Spearman* menunjukkan pengaruh antar variabel, semakin besar hasil yang didapat maka semakin sensitif sebuah variabel mempengaruhi variabel lain. Variabel dominan didapati koefisien terbesar dibanding koefisien yang lain.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Konsentrasi Karbon Monoksida Pada Jalan Malioboro

Pengukuran data konsentrasi karbon monoksida (CO) pada Jalan Malioboro didapatkan hasil dengan satuan ppm, kemudian satuan ppm dikonversikan dalam bentuk satuan $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Contoh pengkonversian satuan dapat dilihat pada Lampiran. Data yang menunjukkan konsentrasi CO pada lokasi *sampling* seperti Gambar 3.



Gambar 3 Konsentrasi CO di Jalan Malioboro

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat konsentrasi karbon monoksida (CO) tertinggi terjadi di Jl. Malioboro A pagi hari sebesar $5968,83 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Tingginya pada Jl. Malioboro dikarenakan pada utara lokasi Jl. Malioboro berdekatan dengan persimpangan Jl. Pasar Kembang dan Jl. Mangkubumi dan kecenderungan arah angin pada saat pengambilan sampel mengarah dari utara ke selatan, mengakibatkan polutan CO pada pada Jl. Pasar kembang dan Jl. Mangkubumi pada alat pengukur yang berada di selatan. Konsentrasi CO terendah terjadi di Jl. Malioboro B pagi hari sebesar $429,44 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Dalam pengambilan data sampel konsentrasi CO terdapat data pengukuran yang tidak dimasukkan dikarenakan terjadinya hujan saat pengukuran konsentrasi di lokasi yakni pada Jl. Malioboro A sore hari dan Jl. Malioboro B sore hari. Data pengukuran konsentrasi CO dibandingkan dengan baku mutu udara ambien daerah DIY.

Berdasarkan Keputusan Gubernur Provinsi DIY No. 153 Tahun 2002 Tentang Baku Mutu Udara Ambien Daerah di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, konsentrasi pada Jalan Malioboro masih jauh di bawah baku mutu yang ditetapkan yaitu sebesar 30.000 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ untuk pengukuran 1 (satu) jam. Pengkategorian konsentrasi pada Jalan Malioboro dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Kategori Konsentrasi Menurut Keputusan Gubernur Provinsi DIY No. 153 Tahun 2002

Lokasi	Waktu	Konsentrasi CO ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	Status
Jl. Malioboro A	Pagi	3817,31	Sesuai Baku Mutu
	Siang	1908,65	Sesuai Baku Mutu
	Sore	-	-
	Pagi	5916,83	Sesuai Baku Mutu
	Siang	668,02	Sesuai Baku Mutu
	Sore	668,02	Sesuai Baku Mutu
	Pagi	429,44	Sesuai Baku Mutu
	Siang	621,26	Sesuai Baku Mutu
Jl. Malioboro B	Sore	1049,76	Sesuai Baku Mutu
	Pagi	4246,76	Sesuai Baku Mutu
	Siang	858,89	Sesuai Baku Mutu
	Sore	-	-
Jl. Malioboro C	Pagi	1383,77	Sesuai Baku Mutu
	Siang	1097,47	Sesuai Baku Mutu

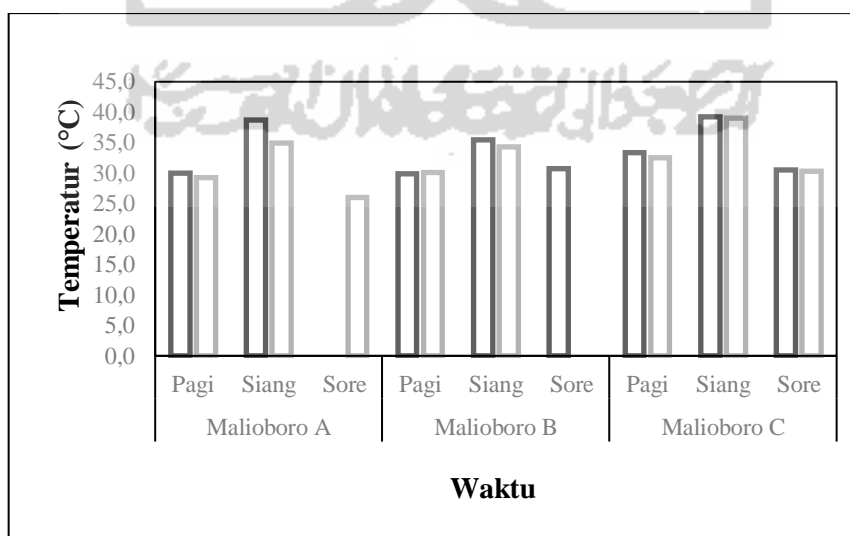
Sore	1336,05	Sesuai Baku Mutu
Pagi	1574,64	Sesuai Baku Mutu
Siang	1574,64	Sesuai Baku Mutu
Sore	1574,64	Sesuai Baku Mutu

Berdasarkan Tabel 6 dapat dilihat hasil *sampling* yang dilakukan di Jalan Malioboro masuk kategori sesuai baku mutu dari Keputusan Gubernur Provinsi DIY No. 153 Tahun 2002 Tentang Baku Mutu Udara Ambien Daerah di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

4.2 Fluktuasi Faktor Meteorologi

4.2.1 Temperatur

Penelitian ini dilakukan pada saat musim kemarau bulan maret, dimana temperatur pada lokasi *sampling* pada udara ambien di Jalan Malioboro berkisar dari 25,9 - 39,3 °C. Menurut BMKG (2019) rata-rata temperatur pada musim biasa di Kota Yogyakarta di rentang 21 – 32 °C, sedangkan pada musim penghujan, rata – rata temperatur di rentang 18 – 29 °C. Hasil *sampling* menunjukkan temperatur di Jalan Malioboro seperti Gambar 4.

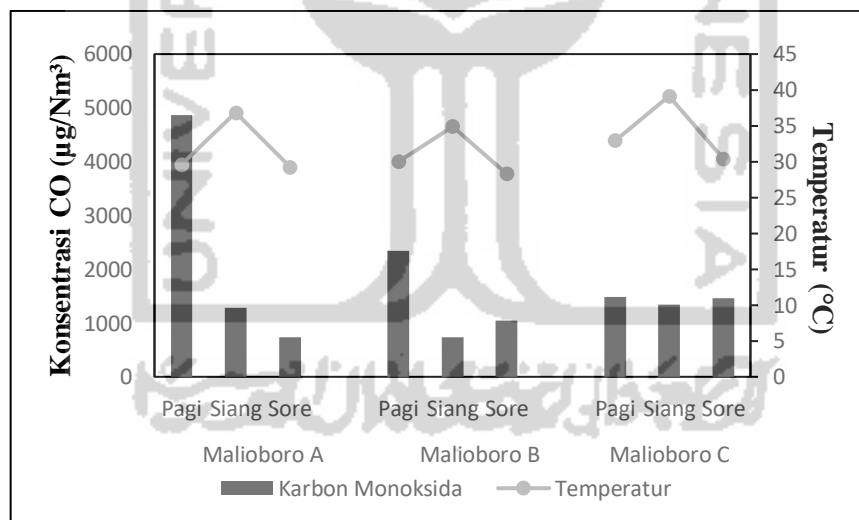


Gambar 4 Temperatur Udara Ambien

Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat temperatur tertinggi pada pengukuran ini terjadi di Malioboro C pada siang hari mencapai 39,3 °C, dikarenakan pada lokasi sampling Malioboro C lebih sedikit pohon yang rindang atau bangunan-bangunan pelindung yang menghalangi cahaya matahari. Sedangkan temperatur terendah terjadi di Malioboro A pada sore hari sebesar 26 °C. Temperatur di lokasi *sampling* pada siang hari lebih tinggi dari pagi dan sore hari. Seperti yang dijelaskan oleh Winardi (2014), bahwa siang hari memiliki kondisi cuaca yang lebih cerah dibandingkan pagi atau sore hari. Hal ini disebabkan oleh dua faktor utama, yaitu pertama ketebalan atmosfer yang harus dilintasi sinar matahari sebelum sampai ke permukaan bumi, dan yang kedua perbedaan kerapatan sinar akibat perbedaan sudut datangnya sinar Matahari.

4.2.2 Temperatur Terhadap Konsentrasi CO

Grafik hubungan antara temperatur terhadap konsentrasi CO di Jalan Malioboro dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Temperatur Terhadap Kosentrasi CO

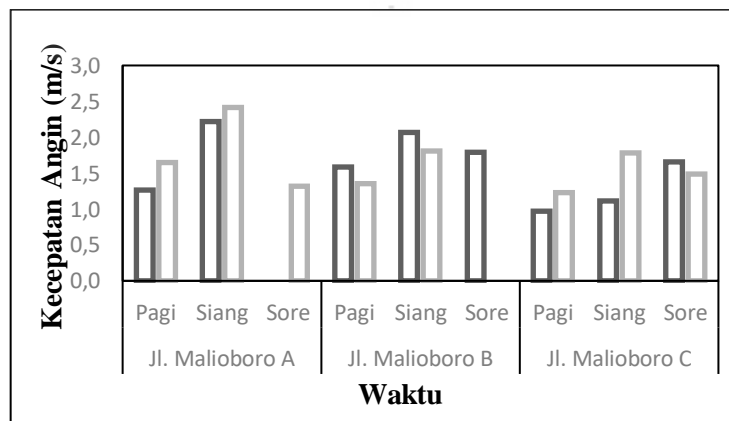
Berdasarkan Gambar 5 keadaan temperatur maksimum terjadi pada di Malioboro C pada siang hari dimana suhu mencapai 39,1 °C dengan konsentrasi CO 1336,06 µg/Nm³. Untuk keadaan temperatur minimum terjadi di Malioboro B pada sore hari dimana suhu mencapai 28,3°C dengan konsentrasi CO sebesar 1049,76 µg/Nm³. Perbedaan temperatur berpengaruh pada pendispersian

konsentrasi CO pada lokasi *sampling*, semakin besar suhu semakin tinggi konsentrasi CO pada lokasi.

Terjadinya fluktuasi temperatur terhadap konsentrasi CO disebabkan oleh beberapa faktor. Pertama adalah sudut datangnya sinar matahari, kondisi ini mempengaruhi tingkat kepanasan lokasi yang akan disinari. Perlu diketahui, lokasi Jalan Malioboro membentang garis utara ke selatan. Apabila sudut datang sinar matahari dari barat dan timur pada lokasi *sampling* maka temperatur yang dihasilkan akan rendah karena terhalangi oleh bangunan yang ada pada area kawasan Malioboro dan menyebabkan konsentrasi pencemar udara tinggi. Sebaliknya, apabila sudut tepat ditengah pada lokasi *sampling* maka temperatur akan tinggi dan konsentrasi yang dihasilkan akan rendah. Faktor kedua adalah adanya awan. Kondisi cuaca yang berawan berpotensi mempengaruhi tingkat temperatur. Sehingga pada kondisi berawan, temperatur udara akan cenderung lebih rendah dikarenakan terhalangnya pancaran sinar Matahari dan menghasilkan konsentrasi yang tinggi. Hal ini sesuai dengan kondisi lokasi *sampling*, yaitu terjadinya temperatur yang berfluktuasi yang disebabkan sudut datangnya sinar Matahari dan kondisi cuaca berawan.

4.2.3 Kecepatan Angin

Kecepatan angin adalah salah satu yang termasuk dalam faktor meteorologi yang mempengaruhi pendispersian polutan di udara ambien. Pada lokasi penelitian kecepatan angin berkisar 1,0 – 2,4 m/s. Hasil *sampling* pada Jl. Malioboro dapat dilihat pada Gambar 6:

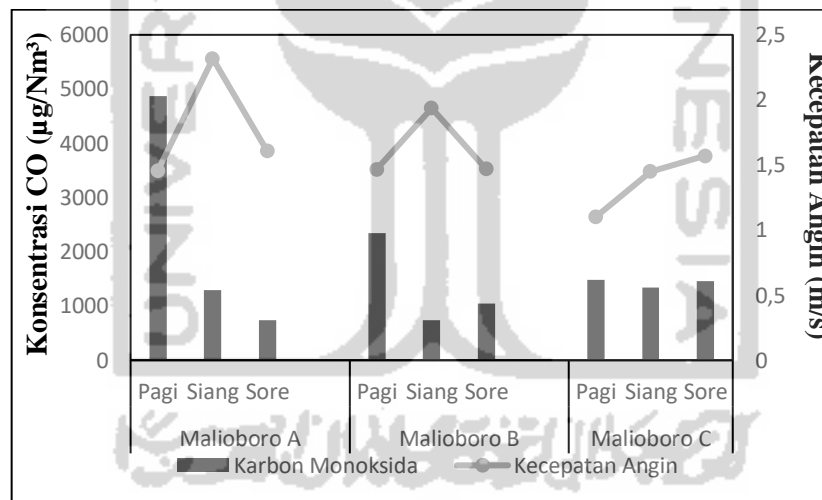


Gambar 6 Kecepatan Angin Udara Ambien

Berdasarkan Gambar 6 terlihat nilai kecepatan angin terendah terjadi di Jl. Malioboro C pada pagi hari sebesar 1,0 m/s dan kecepatan angin tertinggi terjadi di Jl. Malioboro A pada siang hari sebesar 2,4 m/s. Arah angin merupakan pergerakan massa udara horizontal dari daerah yang bertekanan tinggi ke daerah yang bertekanan rendah. Bisa dilihat pada Gambar 6, pada siang hari kecepatan angin lebih tinggi dibandingkan pada pagi dan sore hari. Dari hasil penelitian tekanan udara di lokasi, pada siang hari di lokasi *sampling* memiliki tekanan lebih rendah dibandingkan dengan pagi dan sore hari, mengakibatkan pada pagi dan sore hari konsentrasi CO lebih tinggi dikarenakan CO terperangkap pada tekanan udara rendah.

4.2.4 Kecepatan Angin Terhadap Konsentrasi CO

Grafik hubungan antara kecepatan angin terhadap konsentrasi CO dapat dilihat pada Gambar 7.



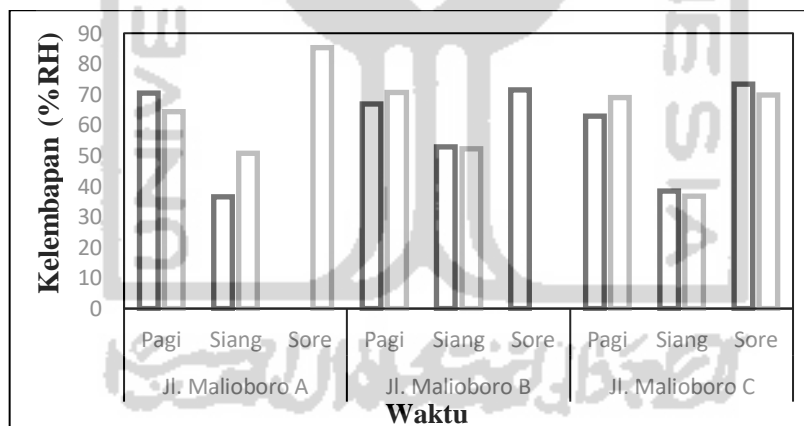
Gambar 7 Kecepatan Angin Terhadap Konsentrasi CO

Berdasarkan Gambar 7 dapat dilihat hubungan kecepatan angin maksimum terjadi di Malioboro A pada siang hari, dimana kecepatan angin mencapai 2,3 m/s dengan konsentrasi CO sebesar 1288,34 µg/Nm³. Keadaan kecepatan angin yang minimum terjadi di Malioboro C pada pagi hari dengan kecepatan angin mencapai 1,1 m/s dengan konsentrasi CO sebesar 1479,21 µg/Nm³. Pada kondisi kecepatan minimum mendapatkan hasil konsentrasi lebih besar dari kondisi kecepatan maksimum.

Kecepatan angin merupakan parameter utama dalam menentukan arah penyebaran dan akumulasi bahan pencemar (Syech, 2013). Ramayana (2014) menjelaskan bahwa semakin cepat angin bertiup maka semakin luas sebaran daerah yang terkena polusi udara. Kecepatan angin yang rendah menyebabkan penyebaran pencemar udara ke ruang lebih luas menjadi lambat dan terakumulasi di sekitar lokasi penelitian, sehingga konsentrasi CO semakin tinggi. Begitu hal nya yang terjadi pada lokasi *sampling*, konsentrasi CO terakumulasi di sekitar lokasi *sampling*.

4.2.5 Kelembapan

Kelembapan termasuk salah satu faktor meteorologi yang mempengaruhi pendispersian polutan di udara ambien. Pada lokasi *sampling*, kondisi kelembapan berkisar rentang 36-85 %RH. Hasil *sampling* kelembapan pada Jalan Malioboro dapat dilihat seperti Gambar 8.



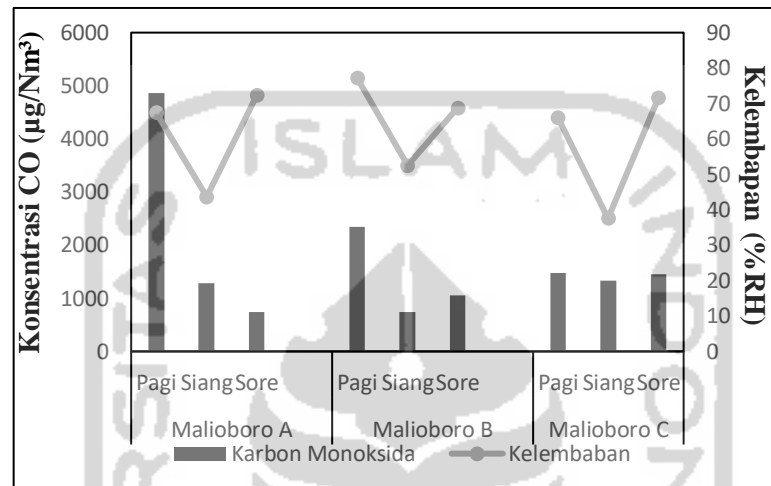
Gambar 8 Kelembapan Udara Relatif Ambien

Berdasarkan Gambar 8 kelembapan tertinggi terjadi di Jalan Malioboro A pada sore hari sebesar 85 %RH dan kelembapan terendah terjadi di Jalan Malioboro A pada siang hari 36 %RH. Pada siang hari, kelembapan disekitar lokasi *sampling* memiliki tingkat kelembapan yang rendah dibandingkan pagi dan sore hari. Terjadinya fluktuatif kelembapan pada lokasi *sampling* paling dipengaruhi oleh temperatur. Pada lokasi *sampling*, temperatur saat pagi dan sore hari berkisar 28-32°C sedangkan temperatur pada siang hari berkisar 34-39°C. Temperatur yang

tinggi akan terjadi presipitasi (pengembunan) molekul air yang dikandung udara sehingga dapat menurunkan muatan air dalam udara (Lakitan, 2002).

4.2.6 Kelembapan Terhadap Konsentrasi CO

Grafik hubungan antara kelembapan terhadap konsentrasi CO dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Kelembapan Terhadap Konsentrasi CO

Berdasarkan Gambar 9 dapat dilihat hubungan kelembapan terhadap konsentrasi CO. kelembapan maksimum terjadi di Jl. Malioboro B pada pagi hari, dimana kelembapan mencapai 77 %RH dengan konsentrasi CO sebesar 2337,10 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Keadaan minimum terjadi di Jl. Malioboro C pada siang hari dengan kelembapan mencapai 37 %RH dengan konsentrasi CO sebesar 1336,06 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$.

Temperatur udara yang tinggi, kelembapan udara yang rendah serta kecepatan angin yang tinggi menyebabkan CO rendah, sedangkan temperatur udara yang rendah, kelembapan udara yang tinggi dan kecepatan angin yang rendah menyebabkan konsentrasi CO menjadi tinggi (Syech, 2013). Mutmainna (2015) menjelaskan dalam penelitiannya, bahwa kondisi kelembapan tinggi juga dapat mempengaruhi bahan pencemar di udara. Pada kelembapan tinggi, kadar molekul uap air dapat bereaksi dengan bahan pencemar di udara menjadi senyawa yang berbahaya atau menjadi bahan pencemar sekunder.

4.3 Analisis Sensitivitas Konsentrasi Karbon Monoksida

Analisis ini dilakukan dengan perangkat lunak *Microsoft Excel*. Analisis sensitivitas konsentrasi pencemara udara ambien CO dilakukan dengan menghitung nilai koefisien *Spearman* (r_s). Berdasarkan nilai koefisien tersebut, dilakukan pemeringkatan dengan kategorisasi untuk memperoleh nilai terbesar. Koefisien terbesar menunjukkan hubungan terkuat yang dimiliki oleh suatu parameter tertentu terhadap konsentrasi CO. Hasil perhitungan koefisien *Spearman* disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 7 Hasil Perhitungan Koefisien *Spearman*

Parameter terhadap konsentrasi CO	r_s (+/-)	Makna
Temperatur	0,32	L
Kecepatan Angin	0,06	SL
Kelembaban	0,27	L

Keterangan:

SL: Sangat Lemah; L: Lemah; S: Sedang; K: Kuat; SK: Sangat Kuat

Berdasarkan Tabel 7 dapat diketahui bahwa terdapat dua parameter variable bebas yang memiliki hubungan terhadap konsentrasi CO adalah temperatur (berbanding terbalik dengan konsentrasi CO) dan kelembapan (berbanding lurus dengan konsentrasi CO) masing-masing nilai r_s 0,32 dan r_s 0,27 dengan kategori Lemah. Parameter yang memiliki hubungan terlemah adalah kecepatan angin (berbanding terbalik dengan konsentrasi CO) dengan nilai r_s 0,06 kategori Sangat Lemah.

Ramayan (2012) menyatakan, bahwa terdapat hubungan korelasi negative antara pengaruh suhu terhadap konsentrasi CO. Dimana, semakin tinggi suhu maka konsentrasi pencemar CO yang dihasilkan akan semakin rendah. Ocak (2008), juga menyatakan bahwa konsentrasi pencemar CO akan menurun jika suhu meningkat. Pada kondisi ideal, suhu udara ambien berbanding lurus dengan konsentrasi CO. Semakin tinggi suhu maka konsentrasi CO akan semakin tinggi. Namun pada penelitian ini didapat bahwa temperatur udara ambien berbanding

terbalik dengan konsentrasi CO. Hal ini serupa dengan penelitian oleh Apriliana (2016), dimana hasil penelitian menunjukkan bahwa hubungan antara konsentrasi CO dan temperature pada saat hari Raya Nyepi dimana tidak ada aktifitas menunjukkan adanya hubungan linear yang positif. Terjadinya hal ini diduga karena adanya pengaruh dari faktor lain terutama yang disebabkan oleh aktivitas manusia (anthropogenik) seperti kendaraan, industri, dan lain-lain. Berdasarkan hasil uji diatas maka didapat hasil bahwa terdapat hubungan yang tidak terlalu kuat atau signifikan antara pengaruh antar pengaruh temperature terhadap konsentrasi CO yang dihasilkan. Namun, temperatur masih memiliki pengaruh terhadap konsentrasi CO, dimana pada temperature tinggi terjadi pendispersian polutan pencemar dan merenggangnya udara di atmosfer.

Menurut Faradina (2012), dimana kelembapan dan konsentrasi CO berbanding lurus. Dimana semakin tinggi kelembapan maka konsentrasi CO akan semakin tinggi. Terjadinya hal ini disebabkan karena pada kondisi kelembapan tinggi, disperse gas CO akan terhambat. Hal ini terjadi karena terbentuknya lapisan udara dingin yang menyebabkan terjadinya akumulasi gas CO sehingga disperse CO akan terhambat.

Kelembapan udara yang rendah berarti jumlah uap air yang dikandung udara rendah, pada saat itu disperse udara akan terjadi lebih cepat karena udara dapat bergerak tanpa terhambat oleh uap air sehingga konsentrasi CO disekitar lokasi pengambilan sampel menjadi rendah. Hal ini yang menyebabkan kelembapan udara berbanding terbalik dengan temperature. Dimana, semakin tinggi temperature udara, maka kelembapan udaranya semakin kecil. Hal ini dikarenakan dengan tingginya temperature udara akan terjadi presipitasi (pengembunan) molekul air yang dikandung udara sehingga muatan air dalam udara menurun (Lakitan, 2002).

Kecepatan angin merupakan parameter utama dalam penentu arah penyebaran dan akumulasi bahan pencemar (Syech, 2013). Ramayana (2014) menjelaskan bahwa semakin cepat angin bertiup maka semakin luas sebaran daerah yang terkena polusi udara yang menyebabkan konsentrasi polutan kecil. Kecepatan

angina rendah menyebabkan penyebaran udara ke ruang yang lebih luas menjadi lambat dan terakumulasi di sekitar lokasi penelitian sehingga konsentrasi CO menjadi tinggi. Parameter kecepatan angin akan menentukan banyaknya CO yang dapat terserao ke dalam CO Meter. Semakin tinggi kecepatan angin, maka konsentrasi CO akan semakin kecil karena polutan terbawa angin menjauhi lokasi pengukuran dan pencemar akan terdilusi melalui disperse sehingga tidak akan terkonsentrasi di lokasi tertentu (Gunawan, 2015)



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dibahas dan dianalisis sebelumnya, maka terdapat beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Nilai maksimum dari konsentrasi CO pada penelitian ini adalah sebesar 5916,83 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ di Jalan Malioboro A pada pagi hari. Konsentrasi minimum adalah sebesar 429,44 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ di Jalan Malioboro B pada pagi hari.
2. Konsentrasi CO pada Jl. Malioboro masih sesuai dengan standar baku mutu yang memiliki nilai dibawah dari 30.000 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ seperti yang ditetapkan oleh Keputusan Gubernur Provinsi DIY No. 153 Tahun 2002 Tentang Baku Mutu Udara Ambien Daerah Di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.
3. Analisis sensitivitas yang memiliki hubungan terkuat dan pengaruh besar terhadap konsentrasi CO adalah Temperatur dan Kelembapan. Sedangkan yang memiliki hubungan terlemah dan pengaruh kecil terhadap konsentrasi CO adalah Kecepatan Angin. Hubungan terkuat yang dimaksud adalah parameter yang memiliki pengaruh besar terhadap kenaikan nilai konsentrasi CO, ketika nilai Temperatur dan Kelembapan tinggi maka akan berbanding lurus terhadap kenaikan nilai konsentrasi CO.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian diatas, adapapun saran-saran yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Instansi pemerintah yang berhubungan pada lingkungan dapat melakukan pemantauan penyebaran konsentrasi polutan secara berkala. Harapannya dapat mengetahui kondisi suatu wilayah akibat kegiatan transportasi sebagai sumber utama CO di Jl Malioboro sebagai data pembanding serta untuk mendukung pengendalian pencemaran udara.

2. Wisatawan yang sedang berkunjung pada kawasan Malioboro, hendaknya ketika melakukan aktifitas selalu menggunakan Alat Pelindung Diri, seperti masker agar tidak terpajan dampak dari pencemaran udara yang berasal dari polutan CO. Selain itu masyarakat bisa melakukan penanaman tanaman-tanaman yang mereduksi CO didepan tempat tinggal, warung serta balkon-balkon rukonya dalam pot-pot tanaman. Contoh Tanaman yang dapat mereduksi CO adalah seperti Pohon Cempaka (*Michellia champaca*), menanam tanaman semak seperti Philodendron (*Philodendron sp*) dan juga dapat menanam tanaman perdu seperti Iriansis (*Impatien sp*). Semua tanaman ini dapat mereduksi konsentrasi CO sebesar 70%-90%.
3. Untuk penelitian selanjutnya yang serupa dapat melakukan pengukuran konsentrasi CO dengan menggunakan alat *Impinger* untuk dapat menjadi pembanding atas pengukuran yang peneliti lakukan dengan menggunakan alat *CO Meter*. Selain itu, penelitian selanjutnya dapat melakukan pengukuran di Jl. Malioboro dengan parameter lain dan metode analisis lainnya juga. Sehingga dapat dilakukan analisis pencemaran di Jalan Malioboro dengan parameter lengkap dan metode analisis berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilina, K., Imelda, U.B., & Edvin, A. (2016). *Hubungan antara Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) dan Suhu Udara terhadap Intervensi Anthropogenik (Studi Kasus Nyepi Tahun 2015 di Provinsi Bali)*. Puslitbang BMKG, Jakarta.
- Arifiyanti, F. (2012). *Pengaruh Kelembaban, Suhu, Arah dan Kecepatan Angin Terhadap Konsentrasi CO dengan Membandingkan Dua Volume Sumber Pencemar di Area Pabrik dan di Persimpangan Jalan (Studi Kasus: PT. Inti General Yaja Steel dan Persimpangan Jragung)*. Laporan Tugas Akhir. Universitas Diponegoro, Semarang.
- BMKG. (2019). *Temperatur Kota Yogyakarta*. Yogyakarta
- BPLH Jakarta. (2013). *Zat-zat Pencemar Udara*: Jakarta.
- Basuki, K.T. (2008). *Penurunan Konsentrasi CO dan NO₂ Pada Emisi Gas Buang Menggunakan, Arang Tempurung Kelapa yang Disisipi TiO₂*. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir: Sekolah Tinggi Teknologi NuklirBATAN. Yogyakarta. 25-26 Agustus.
- Canter, L.W. (1996). *Environmental Impact Assessment Second Edition : Impact Prediction and Assessment of Air Quality*: McGraw Hill.
- Chandra, B. (2006). *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. EG: Jakarta.
- Fajar, M. (2010). *Pengembangan Ruang Terbuka Hijau Berdasarkan Distribusi Temperatur Permukaan Dan Temperature Humidity Index (Thi) Kota Palembang*. Laporan Tugas Akhir: Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Fardiaz., & Srikandi. (1992). *Polusi Udara dan Air*. Penerbit Kanisius: Yogyakarta.
- Farida. (2004). *Pencemaran Udara Dan Permasalahannya*. (diakses 15 Desember 2018).
- Faudji, M. (2012). *Kajian Kadar Testosteron Dan Cortisol Dalam Darah Pada Polisi Lalu Lintas (Terpapar Polutan) Dengan Polisi Yang Bertugas Di Kantor (Tidak Terpapar Polutan) Dki Jakarta Tahun 2012*. Laporan Tugas Akhir: Program Studi Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Universitas Indonesia, Jakarta.

- Gunawan, H. (2015). *Hubungan Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) di Udara Ambien Roadside Dengan Karakteristik Lalu Lintas Di Jaringan Jalan Sekunder Kota Padang. The 18 FTSPT International Symposium*, Unila. Bandar Lampung.
- Irawan R.M.B. (2006). *Pengaruh Catalytic Converter Kuningan Terhadap Keluaran Emisi Gas Carbon Monoksida dan Hidro Carbon Motor Bensin: Majalah Traksi*.
- Ivana, A.P.G. (2017). *Analisis Pengaruh Jumlah Kendaraan Bermotor dan Faktor Meteorologi (Temperatur, Kecepatan Angin, dan Kelembapan) terhadap Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) di Udara Ambien Roadside*. Tugas Akhir: Program Studi Teknik Lingkungan FT USU, Medan.
- Kendall, M.G. (1938). *A New Measure of Rank Correlation. Journal Biometrika* 30, 81-93.
- Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 153 Tahun 2002. *Tentang Baku Mutu Udara Ambien Daerah Di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta: Yogyakarta*.
- Lakitan, B. (2002). *Dasar-dasar Klimatologi*. Catatan Ke-2. Raja Grafindo Persada. Jakarta
- Montano J.J., & Palmer, A. (2003). *Numeric Sensitivity Analysis Applied to Feedforward Neural Network. J. Neural Comput and Applic.* 12:119-125.
- Mutmainna, A. (2015). *Analisis Tingkat Pencemaran Udara Pada Kawasan Industri Di Makassar*. Laporan Tugas Akhir. Teknik Lingkungan UNHAS, Makassar.
- Nugroho, S. (2008). *Kajian Hubungan Koefisien Korelasi Pearson (r), Spearman-rho, Kendall-Tau, Gamma, dan Somer*. Jurnal Gradien. 4 (2): 372-381. Bengkulu : Universitas Bengkulu.
- Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999. *Tentang Pencemaran Udara*, Sekretaris Negara Republik Indonesia: Jakarta.
- Ramayana, K. (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.
- Samsubar, S. (1986). *Statistik Non Parametik*. Yogyakarta : BPFE
- Sarudji, D. (2010). *Kesehatan Lingkungan*. Karya Putra Darwati: Bandung.

- Sekartaji, G.L (2018). *Estimasi Kualitas Udara Ambien Di Sekitar Jalan Malioboro Yogyakarta Menggunakan Model Finite Length Line Source*. IPB. Bogor
- Soedomo, M. (2001). *Pencemaran Udara*: Institut Teknologi Bandung. Bandung
- Standar Nasional Indonesia (SNI) .2005. No.19-7119.6-2005.*Faktor Titik Sampel Udara Ambien dan Syarat Pemilihan Lokasi (titik) Pengambilan Contoh Uji*: Jakarta.
- Spearman, C. (1904). *The Proof and Measurement of Association Between Two Things*. *American Journal of Psychology* 15, 72-101
- Sugiyono. (2004). *Metode Penelitian Bisnis*: Bandung : Penerbit CV. Alfabeta.
- Sunu, P. (2001). *Melindungi Lingkungan Dengan Menerapkan ISO 14001*. Gramedia, Jakarta.
- Supranto, J. (1988). *Teori dan Aplikasi Statistik edisi ke-5*. Jakarta (ID): Erlangga
- Suryati, & Isra, H. (2016). *Potensi Penurunan Emisi Karbon Monoksida Di Ruas Jalan Kota Medan Dengan Penerapan Transportasi Massal*. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Lingkungan II: Universitas Andalas. Padang.
- Syech, R. (2013). *Pengaruh Suhu Kelembaban Udara dan Kecepatan Angin dan Kecepatan Angin Terhadap Akumulasi Nitrogen Monoksida Dan Nitrogen Dioksida*. UNRI, Pekanbaru
- Taylor, J.M.G. (1987). *Kendall's and Rank Spearman's Correlation Coefficients in the Presence of A Blocking Variabel*. *Biometric* 14, 409-416.
- Verma, S.S., & Birva Desai, (2008). *Effect of Meteorological Conditions on Air Pollution of Surat City*. *J. Int. Environmental Application & Science*. Vol. 3 No. (5): 358-367.
- Wardhana, W.A. (2004). *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Cetakan keempat. Penerbit ANDI: Yogyakarta.
- Winardi. (2014). *Pengaruh Suhu Dan Kelembaban Terhadap Konsentrasi Pb di Udara Kota Pontianak*. Volume 1 No. 1. Teknik Lingkungan Universitas Tanjung Pura, Pontianak.

LAMPIRAN 1

**LAMPIRAN
KEPUTUSAN GUBERNUR
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
NOMOR : 153 TAHUN 2002
TANGGAL : 28 OKTOBER 2002**

BAKU MUTU UDARA AMBIEN DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

No.	Parameter	Waktu Pengukuran	BMUA Primer *)		BMUA Sekunder **)		metode Analisis	Peralatan
			(ppm)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	(ppm)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
1	SO ₂ (Sulfur dioksida)	1 jam 3 jam 24 jam 1 tahun	0,340 ---- 0,140 0,030	900 ---- 365 60	0,500	1.300	Pembentukan kompleks dengan pararosanilin	Spektrofotometer UV-Vis
2	CO (Carbon mono oksida)	1 jam 8 jam	35 9	30.000 10.000			Spektrometri	NDIR Spektrofotometer
3	NO ₂ (Nitrogen dioksida)	1 jam 24 jam 1 tahun	0,212 0,080 0,053	400 150 100	0,053	100	Pembentukan kompleks dgn pereaksi Saltzman	Spektrofotometer UV-Vis
4	O ₃ (ozon)	1 jam 24 jam 1 tahun	0,120 0,080 0,026	235 157 50	0,120 0,080	235 157	Chemiluminescence	Spektrofotometer UV
5	KOV=VOC=HC total (Karbon organik volatil) =(volatil Organic Carbon=hidrokarbon total)	1 jam	----	160			Kromatografi	Kromatografi gas
6	PM ₁₀ (Partikulat diameter <10 mikron)	24 jam 1 tahun	----	150 50	----	150 50	Gravimetri	PM ₁₀ meter
7	PM _{2,5} (Partikulat diameter <2,5 mikron)	24 jam 1 tahun	----	65 15	----	65 15	Gravimetri	PM _{2,5} meter
8	Pb (Timbal/Timah Hitam)	24 jam 3 bulan 1 tahun		2 1.500 1		1.500	Spektrometri	Spektrofotometer Serapan Air
9	TSP (Total Partikel tersuspensi / debu)	24 jam 1 tahun	----	230 90		230 90	Gravimetri	High Volume Sampler
10	Debu Jatuh a. Pemukiman b. Kawasan Industri	30 hari 30 hari	----	10 ton/km ² 20 ton/km ²		10 ton/km ² 20 ton/km ²	Gravimetri	Penampungan pada filter bebas abu
11	Klorin	1 jam	1	1.130			Pembentukan kompleks dgn ortho-toluidin	Spektrofotometer UV-Vis

*) BMUA Primer yang diperuntukkan untuk melindungi manusia

**) BMUA Sekunder yang diperuntukkan untuk melindungi hewan, tumbuh-tumbuhan, jarak pandang dan kenyamanan serta benda cagar budaya (BCB)

**GUBERNUR
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**

LAMPIRAN 2

Contoh Hitungan Konversi Satuan ppm ke $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$

RUMUS

$$\frac{\mu\text{g}}{\text{Nm}^3} = \frac{\text{konsentrasi ppm} \times \text{BM}}{24,45} \times 1000$$

Dimana:

BM : Berat molekul/senyawa

HITUNGAN

Hasil Pengukuran Konsentrasi CO : 1,5 ppm

Berat Molekul : C = 12, O = 16

$$\frac{\mu\text{g}}{\text{Nm}^3} = \frac{1,5 \times (12 + 16)}{24,45} \times 1000 = 1717,79 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$$

HASIL

Konversi satuan konsentrasi CO dari 1,5 ppm adalah 1717,79 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$