EVALUASI KUALITAS UDARA KARBON MONOKSIDA (CO) AKIBAT LALU LINTAS KENDARAAN BERMOTOR DI KAMPUS I UIN SUNAN AMPEL SURABAYA

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

IKHFANY ANJARSARI
NIM: H95214025

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL AMPEL SURABAYA
2019

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir oleh

NAMA : IKHFANY ANJARSARI

NIM : H95214025

JUDUL : EVALUASI KUALITAS UDARA KARBON MONOKSIDA (CO) AKIBAT LALU LINTAS KENDARAAN BERMOTOR DI KAMPUS I UIN SUNAN AMPEL SURABAYA

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, Februari 2019

Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
(Ida Munfarida, M.Si., MT)	(Rr. Diah Nugraheni Setyowati, MT)
NIP 198411302015032001	NIP 198205012014032001

PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Tugas Akhir Ikhfany Anjarsari ini telah dipertahankan
di depan tim penguji tugas akhir
di Surabaya, Februari 2019

Mengesahkan,
Dewan Penguji

Penguji I	Penguji II
(Ida Munfarida, M.Si., MT)	(Rr. Diah Nugraheni Setyowati, MT)
NIP 198411302015032001	NIP 198205012014032001

Penguji III	Penguji IV
(Sarita Oktorina, M.Kes)	(Arqowi Pribadi, M.Eng)
NIP 198710052014032003	NIP 198701032014031001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya

Dr. Eni Purwati, M.Ag.
NIP 196[illegible]1990022001

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama	:	Ikhfany Anjarsari
NIM	:	H95214025
Program Studi	:	Teknik Lingkungan
Angkatan	:	2014

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul: "EVALUASI KUALITAS UDARA KARBON MONOKSIDA (CO) AKIBAT LALU LINTAS KENDARAAN BERMOTOR DI KAMPUS I UIN SUNAN AMPEL SURABAYA". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 15 Februari 2019
Yang menyatakan,

(Ikhfany Anjarsari)
NIM H95214025

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN
Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Ikhfany Anjarsari
NIM : H95214025
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/ Teknik Lingkungan
E-mail address : aikhfany@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :
☑ Sekripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul :
Evaluasi Kualitas Udara Karbon Monoksida (CO) akibat Lalu Lintas Kendaraan Bermotor di Kampus I UIN Sunan Ampel Surabaya

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara ***fulltext*** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 15 Februari 2019

Penulis

(Ikhfany Anjarsari)

ABSTRAK

EVALUASI KUALITAS UDARA KARBON MONOKSIDA (CO) AKIBAT LALU LINTAS KENDARAAN BERMOTOR DI KAMPUS I UIN SUNAN AMPEL SURABAYA

Menurut Damara dkk. (2017), gas CO yang masuk ke udara 75 % berasal dari sektor transportasi. Konsentrasi CO dipengaruhi oleh faktor antropologi (transportasi) dan meteorologi (temperatur udara). Peneltitian ini merupakan penelitian kuantitatif. Bertujuan untuk mengetahui kualitas udara ambien ditinjau dari parameter CO, hubungan antara jumlah kendaraan bermotor dan konsentrasi CO, dan hubungan antara temperatur udara dan konsentrasi CO di udara ambien kampus I UIN Sunan Ampel. Metode *sampling* dalam penelitian ini adalah *purposive sampling* dengan menggunakan alat CO *analyzer* dan survei kendaraan bermotor secara manual. *Sampling* dilakukan di hari kerja dan hari libur di jam-jam puncak. Rata-rata konsentrasi CO di udara ambien kampus I UIN Sunan Ampel tertinggi pada hari Selasa dengan nilai saat pagi, siang, dan sore berturut-turut adalah 21.301 µg/Nm^3, 10.536 µg/Nm^3, dan 10.536 µg/Nm^3. Rata-rata jumlah kendaraan bermotor saat pagi, siang, dan sore sebesar 1.155 unit/ hari, 1.017 unit/ hari, dan 1.104 unit/ hari. Rata-rata temperatur udara tertinggi saat pagi, siang, dan sore berturut-turut sebesar 34 ºC, 36 ºC, dan 35 ºC. Gerbang masuk dan depan gedung FTK adalah lokasi dengan konsentrasi CO yang melebihi baku mutu udara nasional dalam PP No. 41 Tahun 1999 yaitu. Hasil analisis korelasi Pearson antara temperatur udara dengan konsentrasi CO menghasilkan nilai α = 0,976. Sehinga tidak ada hubungan antara temperatur udara dengan konsentrasi CO di udara ambien. Hasil analisis korelasi Pearson antara lalu lintas kendaraan bermotor dengan konsentrasi CO menghasilkan nilai α = 0,000. Sehingga ada hubungan antara lalu lintas kendaraan bermotor dengan konsentrasi CO di udara ambien.

Kata Kunci : Temperatur Udara, Karbon Monoksida (CO), Korelasi, Kendaraan Bermotor

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ABSTRACT

THE EVALUATION OF CARBON MONOXIDE (CO) AIR POLLUTANT FROM ROAD TRANSPORTATION FOR ISLAMIC STATE UNIVERSITY OF SUNAN AMPEL SURABAYA

The majority (was approximately about 70%) of the Carbon Monoxide (CO) exposure were derived from transportation sector (Damara, et.al, 2017). CO concentration in the air may be caused by anthropological and meteorological factors such as air temperature. This study analysed air quality, air temperature, number of fuel transportation and its correlation. The air quality parameters were CO concentration and air temperature. This study was a quantitative research. CO concentration and Air temperature were measured by CO Analyzer with air temperature sensor inside it. Fuel Transportation was counted by transportation counter. This research was conducted on Weekdays and Weekends at a different time on 07.00-08.00 am, 12.00-01.00 pm, and 4.00-5.00 pm. The results showed that the highest of CO concentrations and air temperature on 07.00-08.00 am, 12.00-01.00 pm, and 4.00-5.00 pm were 71,002 µg /Nm^3 and 35 ºC, 20,613 µg /Nm^3 and 37 ºC, and 36,646 µg /Nm^3 and 35 ºC respectively. Meanwhile the highest number of fuel transportation were 2,442 units, 1,871 units and 2,050 units. There are two site on area of study with CO concentration was exceed national air quality standards according to PP No. 41 of 1999. The Pearson correlation analysis concluded that there are no correlation between air temperature and CO concentration ($\alpha = 0.976$). Meanwhile there are a correlation between fuel transportation and CO concentration ($\alpha = 0,000$).

Keywords : Air Temperature, Carbon Monoxide (CO), Correlation, Fuel Transportation

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING ii
PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR iii
PERNYATAAN KEASLIAN iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI v
ABSTRAK vvi
ABSTRACT vii
DAFTAR ISI viii
DAFTAR TABEL x
DAFTAR GAMBAR xii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 4
1.5 Batasan Masalah 4
BAB II KAJIAN PUSTAKA 5
2.1 Pengertian Pencemaran Udara 5
2.2 Sumber Pencemar Udara 6
2.3 Komponen dan Baku Mutu Pencemar Udara 7
2.4 Temperatur Udara 10
2.5 Dampak Pencemaran Gas Karbon Monoksida 11
2.6 Ketentuan Teknis Pemantauan Kualitas Udara Ambien 12
2.7 Integrasi Keilmuan Pencemaran Udara dalam Pandangan Islam 18
2.8 Lalu Lintas Kendaraan Bermotor 20
2.9 Dampak Lalu Lintas Kendaraan Bermotor terhadap Lingkungan 23
2.10 Penelitian Terdahulu 25
BAB III METODE PENELITIAN 36
3.1 Jenis Penelitian 36
3.2 Kerangka Pikir Penelitian 37
3.3 Variabel Penelitian 38

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.4 Definisi Operasional 38
3.5 Hipotesis Penelitian 39
3.6 Tahapan Penelitian.....39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 53
4.1 Hasil.....53
4.2 Pembahasan 71
BAB V PENUTUP.....85
5.1 Kesimpulan.....85
5.2 Saran 86
DAFTAR PUSTAKA 87

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komponen Pencemar Udara 7
Tabel 2.2 Baku Mutu Udara Ambien Nasional 8
Tabel 2.3 Sumber Pencemar Gas Karbon Monoksida 9
Tabel 2.4 Metode Pemantauan Kualitas Udara Ambien 16
Tabel 2.5 Metode Pengukuran Kualitas Udara Ambien dengan Menggunakan Peralatan Manual 16
Tabel 3.2 Jumlah Civitas Akademik UIN Sunan Ampel tahun 2017 43
Tabel 3.3 Spesifikasi Alat *Carbon Monoxide Analyzer* 48
Tabel 4.1 Jumlah Civitas Akademik UIN Sunan Ampel tahun 2016-2017 53
Tabel 4.2 Jumlah Kendaraan Bermotor di UIN Sunan Ampel..... 54
Tabel 4.3 Hasil Survei Lalu Lintas Kendaraan Bermotor pada Pagi Hari 58
Tabel 4.4 Hasil Survei Lalu Lintas Kendaraan Bermotor pada Siang Hari 60
Tabel 4.5 Hasil Survei Lalu Lintas Kendaraan Bermotor pada Sore Hari 61
Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Konsentrasi Karbon Monoksida pada Pagi Hari .. 64
Tabel 4.7 Hasil Pengukuran Konsentrasi Karbon Monoksida pada Siang Hari 66
Tabel 4.8 Hasil Pengukuran Konsentrasi Karbon Monoksida pada Sore Hari .. 67
Tabel 4.9 Hasil Pengukuran Temperatur Udara pada Pagi Hari 69
Tabel 4.10 Hasil Pengukuran Temperatur Udara pada Siang Hari 70
Tabel 4.11 Hasil Pengukuran Temperatur Udara pada Sore Hari 70
Tabel 4.12 Perbandingan Rata-Rata Temperatur Udara Dengan Konsentrasi Karbon Monoksida di Udara Ambien 76
Tabel 4.13 Hasil Analisis Korelasi antara Temperatur Udara..... 78
Tabel 4.14 Tabel Penolong untuk Mencari Nilai r 78
Tabel 4.15 Perbandingan Rata-Rata Kendaraan Bermotor Terhadap Konsentrasi Karbon Monoksida di Udara Ambien Kampus..... 80
Tabel 4.16 Faktor Emisi CO.....79
Tabel 4.17 Hasil Perhitungan Beban Emisi CO 80
Tabel 4.18 Hasil Analisis Korelasi antara Kendaraan Bermotor 78
Tabel 4.19 Tabel Penolong untuk Mencari Nilai r 783

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kurva Aproksimasi Jumlah Stasiun Monitoring terhadap populasi penduduk 18
Gambar 2.2 Sistem komponen dalam lalu lintas 21
Gambar 3.1 Kerangka pikir penelitian 37
Gambar 3.2 Tahapan Penelitian 40
Gambar 3.3 Skema Kerja Pengambilan Data Primer 42
Gambar 3.4 Kurva aproksimasi jumlah lokasi pemantauan berdasarkan jumlah populasi untuk parameter CO 43
Gambar 3.5 Titik pengambilan sampel 46
Gambar 3.6 CO *Analyzer* 48
Gambar 4.1 Kondisi eksisting di titik 1 (gerbang masuk kampus) 55
Gambar 4.2 Kondisi eksisting di Titik 2 (gerbang keluar kampus) 55
Gambar 4.3 Kondisi eksisting di Titik 3 (fakultas Tarbiyah dan Keguruan).... 56
Gambar 4.4 Kondisi eksisting di Titik 4 (fakultas Ushuluddin dan Filsafat) ... 56
Gambar 4.5 Kondisi eksisting di Titik 5 (pertigaan fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam) 57
Gambar 4.6 Grafik lalu lintas kendaraan bermotor pada pagi hari 59
Gambar 4.7 Grafik lalu lintas kendaraan bermotor pada siang hari..... 60
Gambar 4.8 Grafik lalu lintas kendaraan bermotor pada sore hari 62
Gambar 4.9 Kepadatan lalu lintas di titik pintu keluar..... 62
Gambar 4.10 Ruang Terbuka Hijau di Titik 3..... 65
Gambar 4.11 Grafik perbandingan rata-rata konsentrasi CO..... 68
Gambar 4.12 Perbandingan konsentrasi CO di udara ambien pada pagi hari..... 72
Gambar 4.13 Perbandingan konsentrasi CO di udara ambien pada siang hari ... 73
Gambar 4.14 Perbandingan konsentrasi CO di udara ambien pada sore hari 74
Gambar 4.15 Kondisi eksisting pada Titik 3 saat sore hari..... 74

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di Indonesia permasalahan lingkungan menjadi isu utama. Salah satu permasalahan lingkungan tersebut adalah pencemaran udara. Beberapa penelitian terdahulu telah membuktikan bahwa telah terjadi pencemaran udara di seluruh dunia. Diperkirakan ada 6,5 juta kematian di seluruh dunia setiap tahunnya diakibatkan oleh kualitas udara yang buruk (Engels dkk., 2018). Di kawasan Asia, tingkat pencemaran udara telah melebihi baku mutu yang telah ditetapkan oleh World Health Organization (Vadrevu, Ohara, & Justice, 2014).

Allah SWT melarang perbuatan yang menimbulkan kerusakan di muka bumi dan hal-hal yang membahayakan kelestariannya sesudah Allah SWT memperbaikinya. Sesungguhnya apabila segala sesuatunya berjalan sesuai dengan kelestariannya kemudian terjadi kerusakan, hal tersebut akan membahayakan semua hamba Allah. Maka Allah SWT melarang hal tersebut, dan memerintahkan kepada mereka untuk menyembah-Nya dan berdoa kepada-Nya serta berendah diri dan memohon belas kasihan-Nya. Sebagaimana Firman Allah SWT dalam Q.S. Al-A'raf ayat 56.

وَلَا تُفۡسِدُواْ فِي ٱلۡأَرۡضِ بَعۡدَ إِصۡلَٰحِهَا وَٱدۡعُوهُ خَوۡفٗا وَطَمَعًاۚ إِنَّ رَحۡمَتَ ٱللَّهِ قَرِيبٞ مِّنَ ٱلۡمُحۡسِنِينَ ٥٦

Artinya :

Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah Amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gas karbon monoksida yang masuk ke udara 75 % berasal dari sektor transportasi (Damara, Wardhana, & Sutrisno, 2017). Penggunaan bahan bakar minyak untuk mesin-mesin penggerak kendaraan bermotor salah satunya menimbulkan emisi karbon monoksida. Meningkatnya populasi kendaraan bermotor, maka berdampak pada peningkatan kadar emisi karbon monoksida yang dihasilkan (Handayani, Jaya, & Legowo, 2017).

Kadar emisi gas yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor dipengaruhi oleh spesifikasi kendaraan (umur, jenis, kondisi operasional, dan perawatannya), pengolahan gas buang, dan pelumas mesin yang digunakan (William & Boedisantoso, 2015). Selain dipengaruhi oleh jumlah sumber pencemar, polutan karbon monoksida di udara juga dipengaruhi oleh faktor meteorologi yaitu temperatur udara, kelembaban udara, dan kecepatan angin (Aprilina, dkk., 2016).

UIN Sunan Ampel merupakan salah satu perguruan tinggi di kota Surabaya, dan berlokasi di Jalan Ahmad Yani No.117 kecamatan Wonocolo. Lokasi kampus yang berada di perkotaan membuat lingkungan kampus UIN Sunan Ampel sebagai bagian dari ekosistem perkotaan. Hal ini membuat kampus UIN Sunan Ampel berperan dalam meningkatkan maupun menurunkan pemanasan global. Sebagai salah satu kampus yang menerapkan program *Eco Campus*, sudah seharusnya kampus ini mengutamakan kualitas lingkungan yang berkelanjutan guna menciptakan lingkungan belajar yang sehat.

Lalu lintas kendaraan bermotor di lingkungan kampus I UIN Sunan Ampel berpotensi menghasilkan emisi gas karbon monoksida. Hal ini berkaitan dengan pergerakan kendaraan bermotor di lingkungan kampus. Pergerakan kendaraan bermotor oleh civitas akademika dalam menjalankan aktivitasnya di lingkungan kampus masih belum terkontrol dengan baik dan dapat menimbulkan pencemaran udara. Sehingga, perlu dilakukan evaluasi kualitas udara akibat lalu lintas kendaraan bermotor di lingkungan kampus I UIN Sunan Ampel Surabaya, terutama pada parameter polutan karbon monoksida (CO).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Berapa konsentrasi gas karbon monoksida (CO), jumlah kendaraan bermotor dan temperatur udara di lingkungan kampus I UIN Sunan Ampel ?
2. Bagaimana kualitas udara gas karbon monoksida (CO) di lingkungan kampus I UIN Sunan Ampel ditinjau dengan Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara ?
3. Bagaimana hubungan antara temperatur udara dengan konsentrasi gas karbon monoksida di lingkungan kampus I UIN Sunan Ampel ?
4. Bagaimana hubungan antara lalu lintas kendaraan bermotor dengan konsentrasi gas karbon monoksida di lingkungan kampus I UIN Sunan Ampel ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah, tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui konsentrasi polutan gas karbon monoksida (CO), jumlah kendaraan bermotor dan temperatur udara di lingkungan kampus I UIN Sunan Ampel.
2. Mengetahui kualitas polutan gas karbon monoksida (CO) di lingkungan kampus I UIN Sunan Ampel ditinjau dengan Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara.
3. Mengetahui hubungan antara temperatur dengan konsentrasi gas karbon monoksida di lingkungan kampus I UIN Sunan Ampel.
4. Mengetahui hubungan antara lalu lintas kendaraan bermotor dengan konsentrasi gas karbon monoksida di lingkungan kampus I UIN Sunan Ampel.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Perguruan Tinggi

   Dapat menjadi bahan masukan dalam rangka pencegahan pencemaran udara terutama polutan karbon monoksida, dan penerapan kebijakan terkait perbaikan kualitas udara di lingkungan kampus I UIN Sunan Ampel.

2. Bagi Akademisi
   a. Dapat menjadi sarana untuk meningkatkan pengetahuan dan wawasan tentang evaluasi kualitas polutan karbon monoksida (CO) di lingkungan kampus.
   b. Dapat menjadi sumber data maupun bahan perbandingan penelitian di bidang pencemaran udara.

3. Bagi masyarakat
   a. Dapat menambah wawasan masyarakat mengenai pencemaran udara dan dampaknya.
   b. Dapat menghimbau masyarakat tentang bahaya pencemaran udara.

1.5 Batasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini dikhususkan pada pemantauan kualitas udara parameter karbon monoksida (CO) yang terkandung dalam udara ambien akibat lalu lintas kendaraan bermotor. Pemantauan parameter meteorologi yaitu temperatur udara di lingkungan kampus I UIN Sunan Ampel Surabaya. Serta, hubungan antara lalu lintas kendaraan bermotor dan temperatur udara dengan konsentrasi karbon monoksida di udara ambien kampus.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB II
KAJIAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Pencemaran Udara

Pencemaran adalah suatu kondisi dimana telah terjadi perubahan keadaan menjadi lebih buruk. Sedangkan lingkungan adalah media, tempat atau wilayah yang di dalamnya terdapat berbagai macam bentuk aktivitas (Palar, 2008). Pencemaran udara merupakan masuknya zat pencemar yang berbentuk gas-gas dan partikel kecil/ aerosol ke dalam udara sehingga menyebabkan perubahan lingkungan udara (Soedomo, 2001).

Menurut Peraturan Pemerintah No. 41 tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, pencemaran udara 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 memenuhinya. Udara ambien adalah udara bebas dipermukaan bumi pada lapisan troposfir yang berada di dalam wilayah yurisdiksi Republik Indonesia yang dibutuhkan dan mempengaruhi kesehatan manusia, makhluk hidup dan unsur lingkungan hidup lainnya.

Udara sebagai suatu komponen lingkungan hidup memiliki kesamaan dengan komponen lingkungan hidup lainnya, tetapi udara juga memiliki sifat kekhususan yaitu mobilitas tinggi. Menurut Budiraharjo dalam (Sianturi, 2004), udara perlu mendapatkan perhatian mengingat beberapa hal berikut ini, yaitu :

1. Kemampuan udara yang terbatas dalam menerima, menetralkan, dan mendaur ulang akibat masuknya unsur pencemar.
2. Kemampuan fungsi udara yang menurun akan memberi dampak negatif yang besar dan meluas terhadap kesehatan, lingkungan, kegiatan perekonomian, dan pembangunan.
3. Penurunan kualitas udara akan mengakibatkan kebutuhan pembiayaan yang cukup besar untuk memulihkannya.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.2 Sumber Pencemar Udara

Pencemaran udara disebabkan oleh adanya emisi. Emisi adalah jumlah polutan yang dikeluakan ke udara dalam satuan waktu. Emisi dapat disebabkan oleh proses alam *(biogenic emissions*) maupun kegiatan manusia (*anthropogenic emissions*). Sumber pencemaran udara yang utama berasal dari transportasi dimana hampir 60 % dari zat pencemar yang dihasilkan terdiri dari karbon monoksida dan sekitar 15 % terdiri dari hidrokarbon (Fardiaz, 2008). Sumber pencemar udara terdiri atas:

1. Sumber alamiah

Sumber pencemar alamiah timbul dengan sendirinya tanpa adanya pengaruh dari aktivitas manusia. Contoh dari sumber ini yaitu letusan gunung berapi yang mengemisikan SO_2, H_2S, CH_4, dan partikulat; kebakaran hutan yang mengemisikan HC, CO, dan partikulat berupa asap.

2. Sumber antropogenik

Sumber antropogenik merupakan sumber pencemar udara yang berasal dari aktivitas manusia. Sumber antropogenik dapat dibedakan berdasarkan sumber bergerak dan tidak bergerak. Sumber emisi tidak bergerak seperti cerobong industri, dan kawasan industri, sangat bergantung dari proses produksi yang dilakukan oleh industri. Sumber emisi bergerak berasal dari transportasi, sumber ini bergantung pada jenis bahan bakar dan sistem ruang bakar yang digunakan oleh kendaraan bermotor. Berdasarkan aktivitasnya, sumber antropogenik dibagi menjadi:

a. Transportasi
b. Domestik (rumah tangga)
c. Industri

Sedangkan menurut Peraturan Pemerintah No. 41 tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, sumber pencemar udara terdiri atas lima kelompok, yaitu :

1. Sumber bergerak, yaitu sumber emisi yang bergerak atau tidak tetap pada suatu tempat yang berasal dari kendaraan bermotor.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2. Sumber bergerak spesifik, yaitu serupa dengan sumber bergerak namun berasal dari kereta api, pesawat terbang, kapal laut, dan kendaraan berat lainnya.
3. Sumber tidak bergerak, yatiu sumber emisi yang tetap pada suatu tempat.
4. Sumber tidak bergerak spesifik, yaitu serupa dengan sumber tidak bergerak namun berasal dari kebakaran hutan dan pembakaran sampah.
5. Sumber gangguan, yaitu sumber pencemar yang menggunakan media udara atau padat untuk penyebarannya. Sumber ini terdiri dari kebisingan, getaran, kebauan dan gangguan lain.

2.3 Komponen dan Baku Mutu Pencemar Udara

Pencemar udara primer yaitu pencemar udara yang paling banyak berpengaruh dalam pencemaran udara. Komponen pencemar udara primer meliputi Karbon monoksida (CO), Nitrogen oksida (NO_x), Sulfur oksida (SO_x), Hidrokarbon (HC), dan partikel. Komponen pencemar tersebut dapat mencemari udara secara sendiri-sendiri maupun bersamaan. Berdasarkan tingkat persentase jumlah pencemar di udara dari sumber transportasi, kabon monoksida memiliki persentase terbesar seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Persentase Komponen Pencemar Udara

Komponen Pencemar	Persentase (%)
CO	70,50
NO	8,89
SO	0,88
HC	18,34
Partikel	1,33
Total	100

(Sumber: Wardhana, 2004)

Di atmosfer, berbagai polutan udara akan melalui berbagai proses. Baik pencampuran antara polutan yang satu dengan yang lain yang pada akhirnya akan meningkatkan komposisi polutan itu sendiri bahkan memunculkan jenis polutan yang baru. Namun alam mempunyai prosesnya sendiri yang secara alamiah dapat mengurangi maupun memindahkan konsentrasi berbagai partikulat tersebut sebagai akibat faktor meteorologi.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pencemaran udara akan dipancarkan oleh sumbernya dan kemudian mengalami transportasi, dispersi atau pengumpulan karena kondisi meteorologi maupun topografi (Neiburger, 1995). Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 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 yang berlaku di Indonesia diatur dalam Peraturan Pemerintah No. 41 tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara. Adapun baku mutu udara ambien ditunjukkan pada Tabel 2.2 sebagai berikut.

Tabel 2.2 Baku Mutu Udara Ambien Nasional

No.	Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	Metode Analisis
1	Sulfur dioksoda (SO_2)	1 jam 24 jam	900 µg/Nm^3 365 µg/Nm^3	Pararosalinin
2	Karbon monoksida (CO)	1 jam 24 jam	30.000 µg/Nm^3 10.000 µg/Nm^3	Non Dispersive Infra Red (NDIR)
3	Nitrogen dioksida (NO_2)	1 jam 24 jam	400 µg/Nm^3 150 µg/Nm^3	Saltzman
4	Oksidan (O_3)	1 jam	235 µg/Nm^3	Chemiluminescent
5	Hidrokarbon (HC)	3 jam	160 µg/Nm^3	Flame Ionization
6	TSP (Debu)	1 jam 24 jam	90 µg/Nm^3 230 µg/Nm^3	Gravimetric
7	Pb (Timah Hitam)	1 jam 24 jam	1 µg/Nm^3 2 µg/Nm^3	Gravimetric Ekstraktif Pengabuan

(Sumber : Peraturan Pemerintah No. 41 tahun 1999)

2.3.1 Karbon Monoksida

Karbon monoksida (CO) adalah hasil pembakaran tidak sempurna bahan karbon atau bahan-bahan yang mengandung karbon (Suma'mur, 2009).

Karbon monoksida merupakan gas yang tidak berbau, tidak berasa dan juga tidak berwarna. Sehingga, lingkungan yang telah tercemar oleh gas CO tidak dapat dilihat oleh mata (Wardhana, 2004).

Karbon monoksida dapat terbentuk karena aktivitas manusia seperti pembakaran tidak sempurna bensin dalam mobil maupun sepeda motor, pembakaran di perindustrian, pembangkit listrik, pemanas rumah, pembakaran di pertanian, dan sebagainya. Gas CO tidak berwarna atau berbau, tetapi amat berbahaya.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gas CO dapat berbentuk cairan pada temperatur di bawah -129 °C. Gas CO sebagian besar berasal dari pembakaran bahan bakar fosil dengan udara berupa gas buangan. Di kota besar yang padat lalu lintasnya biasanya akan banyak menghasilkan gas CO sehingga kadar CO dalam udara relatif tinggi dibandingkan dengan daerah pedesaan. Selain itu, gas CO dapat pula terbentuk dari proses industri (Sastrawijaya, 2009). Satuan konsentrasi CO di udara adalah *ppm* atau *parts per million*. Di mana 1 ppm setara dengan 10^{-4} %. Selain dihasilkan oleh pembakaran tidak sempurna di luar tubuh, gas CO juga dihasilkan dalam jumlah kecil (kurang dari 0,5 %) dari katabolisme normal cincin protoporfirin hemoglobin di dalam tubuh dan tidak toksik bagi tubuh (Anggraeni, 2009).

Karbon monoksida (CO) dapat terbentuk secara alamiah maupun sebagai hasil sampingan kegiatan manusia. Karbon monoksida secara alamiah diproduksi dari lautan, oksidasi metal di atmosfer, pegunungan, kebakaran hutan, dan pancaran listrik dari kilat (Muzayyid, 2014). Menurut (Rosianasari, 2016), karbon monoksida di alam dapat terbentuk melalui salah satu reaksi berikut :

1. Pembakaran tidak lengkap terhadap karbon atau komponen yang mengandung karbon.
2. Reaksi antara CO_2 dengan komponen yang mengandung karbon pada temperatur tinggi.
3. Penguraian CO_2 menjadi CO dan O.

Sumber gas CO yang terbesar berasal dari kendaraan-kendaraan yang menggunakan bensin sebagai bahan bakar. Di kota-kota besar, sumber utama penghasil CO adalah kendaraan bermotor seperti mobil, truk, bus, dan sepeda motor karena pembakaran bahan bakar minyak (BBM) yang tidak sempurna. Di daerah perkotaan dengan lalu lintas yang padat konsentrasi gas CO berkisar antara 10-15 ppm (Wardhana, 2004). Adapun sumber pencemar gas karbon monoksida ditunjukkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Sumber Pencemar Gas Karbon Monoksida

Sumber pencemaran	Bagian (%)	Total (%)
Transportasi		63,8
a. Mobil bensin	59,0	
b. Mobil diesel	0,2	
c. Pesawat terbang	2,4	

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Sumber pencemaran	Bagian (%)	Total (%)
d. Kereta api	0,1	
e. Kapal laut	0,3	
f. Sepeda motor	1,8	
Pembakaran Stasioner		1,9
a. Batubara	0,8	
b. Minyak	1,1	
Gas Alam (dapat diabaikan)		0,0
Proses Industri		9,6
Pembuangan Limbah Padat		7,8
Sumber Lain-Lain		16,9
a. Kebakaran Hutan	7,2	
b. Pembakaran batubara sisa	1,2	
c. Pembakaran limbah pertanian	8,3	
d. Pembakaran lainnya	0,2	
Jumlah	100	100

(Sumber : Wardhana, 2004)

2.4 Temperatur Udara

Temperatur merupakan tingkat gerakan molekul benda dimana semakin besar gerakannya maka temperaturnya semakin tinggi. Temperatur juga dapat didefinisikan sebagai tingkat panas suatu benda (Tjasyono, 2004). Keadaan temperatur udara pada suatu tempat di permukaan bumi akan ditentukan oleh faktor-faktor (Fadholi, 2013) sebagai berikut :

a. Lama penyinaran matahari

Semakin lama matahari memancarkan sinarnya di suatu daerah, makin banyak panas yang diterima. Keadaan atmosfer yang cerah sepanjang hari akan lebih panas daripada jika hari itu berawan sejak pagi.

b. Kemiringan sinar matahari

Suatu tempat yang posisi matahari berada tegak lurus di atasnya, maka radiasi matahari yang diberikan akan lebih besar dan temperatur di tempat tersebut akan tinggi, dibandingkan dengan tempat yang posisi mataharinya lebih miring.

c. Keadaan awan

Keberadaan awan di atmosfer akan menyebabkan berkurangnya radiasi matahari yang diterima di permukaan bumi. Karena radiasi yang mengenai awan, oleh uap air yang ada di dalam awan akan dipencarkan, dipantulkan, dan diserap.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

d. Keadaan permukaan bumi

Perbedaan sifat darat dan laut akan mempengaruhi penyerapan dan pemantulan radiasi matahari. Permukaan darat akan lebih cepat menerima dan melepaskan panas energi radiasi matahari yang diterima dipermukaan bumi dan akibatnya menyebabkan perbedaan temperatur udara di atasnya.

Gas karbon monoksida lebih cepat terbentuk dari penguraian karbon dioksida (CO_2) pada temperatur tinggi dengan reaksi :

$$CO_2 \rightarrow CO + O \qquad (1)$$

Semakin tinggi temperatur pembakaran maka jumlah gas CO_2 yang terdisosiasi menjadi karbon monoksida (CO) dan oksigen (O) menjadi semakin banyak, oleh karena itu temperatur tinggi merupakan pemicu terjadinya emisi gas CO (Aprilina, dkk., 2016).

2.5 Dampak Pencemaran Gas Karbon Monoksida

2.5.1 Dampak Pencemaran CO terhadap Tanaman

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pemberian CO selama 1 sampai 3 minggu pada konsentrasi sampai 100 ppm tidak memberi pengaruh yang nyata terhadap tanam-tanaman tingkat tinggi. Akan tetapi kemampuan untuk fiksasi nitrogen oleh bakteri bebas akan terhambat dengan pemberian CO selama 35 jam pada konsentrasi 2000 ppm. Demikian pula kemampuan untuk fiksasi nitrogen oleh bakteri yang terdapat pada akar tanaman juga terhambat dengan pemberian CO sebesar 100 ppm selama satu bulan (Fardiaz, 2008).

2.5.2 Dampak Pencemaran CO terhadap Kesehatan Manusia

Gas karbon monoksida dalam konsentrasi tinggi merupakan racun bagi manusia dan hewan. Apabila terhisap ke dalam paru-paru akan mengikuti peredaran darah dan akan mengahalangi masuknya oksigen (O_2) (Damara dkk., 2017). Karbon monoksida akan berikatan dengan hemoglobin dalam darah membentuk karboksihemoglobin (COHb). Ikatan tersebut 200 kali lebih kuat dan stabil daripada ikatan hemoglobin dengan oksigen (Heinemann, Hoshi, & Schiller, 2014).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Mengakibatkan terhambatnya distribusi oksigen ke jaringan tubuh, maka organ yang sangat sensitif terhadap keracunan karbon monoksida adalah organ-organ dengan kebutuhan oksigen paling banyak (Anggraeni, 2009). Dalam keadaan normal, hemoglobin berfungsi mengangkut oksigen dalam bentuk oksihemoglobin dari paru-paru untuk dibagikan ke sel-sel yang membutuhkannya. Hemoglobin juga berfungsi mengambil gas CO_2 hasil pembakaran dari sel-sel tubuh dalam bentuk karbokdioksilhemoglobin untuk dibuang keluar tubuh melalui paru-paru (Mukono, 2008).

Keberadaan zat pencemar karbon monoksida pada manusia dapat diketahui melalui pemeriksaaan darah. Namun apabila pemeriksaan darah tidak dilakukan, maka dapat diketahui melalui gejala-gejala keracunan yang ditunjukkan, antara lain pusing, rasa tidak enak pada mata, telinga berdengung, mual, muntah, detak jantung meningkat, rasa tertekan di dada, kesulitan bernafas, kelemahan otot-otot, tidak sadar, dan dapat meninggal dunia.

Apabila waktu kontak dengan gas CO hanya sebentar, gas CO dengan konsentrasi 100 ppm masih dianggap aman. Gas CO sebanyak 30 ppm apabila dihisap oleh manusia selama 8 jam akan menimbulkan rasa pusing dan mual. Konsentrasi CO sebanyak 1000 ppm dengan paparan selama 1 jam menyebabkan pusing dan kulit berubah menjadi kemerah-merahan. Untuk paparan 1300 ppm selama 1 jam, kulit akan langsung berubah warna menjadi merah tua dan disertai rasa pusing yang hebat (Mukono, 2008).

2.6 Ketentuan Teknis Pemantauan Kualitas Udara Ambien

Ketentuan teknis mengenai pemantauan kualitas udara ambien tertera dalam Lampiran VI Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup RI No. 12 tahun 2010. Adapun ketentuan tersebut adalah sebagai berikut.

2.6.1 Lokasi Pemantauan Kualitas Udara Ambien

A. Klasifikasi lokasi pemantauan

Terdapat dua prinsip umum penempatan stasiun pemantau kualitas udara, yaitu pada daerah di mana terdapat reseptor yang akan terkena dampak dan pada daerah di mana diperkirakan terdapat sumber dan konsentrasi pencemar yang tinggi. Jenis lokasi pemantauan dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

a. Pusat kota, yang merepresentasikan pajanan tipikal terhadap populasi akibat kegiatan di pusat kota (contoh: daerah perbelanjaan, perdagangan dan jasa serta daerah publik).

b. Latar kota *(urban background)*, suatu lokasi di daerah perkotaan yang terletak cukup jauh dari sumber pencemar sehingga tidak terkena pengaruh langsung dan dapat secara umum merepresentasikan kondisi latar kualitas udara perkotaan (contoh: daerah pemukiman).

c. *Sub urban*, misalnya lokasi yang berada pada daerah pemukiman yang terletak di pinggir kota.

d. Tepi jalan *(roadside)*, lokasi pengukuran pada jarak 1 – 5 meter dari pinggir jalan raya.

e. Sisi jalan *(kerbside)*, lokasi pengukuran pada jarak 1 meter dari jalan raya.

f. Industri, lokasi di mana kegiatan industri menjadi sumber yang dominan terhadap total beban polutan.

g. Pedesaan *(rural)*, lokasi pemantauan di wilayah pedesaan dengan kepadatan penduduk yang rendah dan berjarak sejauh mungkin dari lokasi sumber pencemar seperti jalan, industri dan daerah padat penduduk.

h. Lainnya, pemantauan yang mengarah kepada sumber pencemar tertentu seperti rumah sakit dan TPA.

B. Kriteria penempatan alat pemantau kualitas udara ambien

Secara umum kriteria penempatan alat pemantau kualitas udara ambien sebagai berikut :

a. Udara terbuka dengan sudut terbuka 120° terhadap penghalang, antara lain : bangunan dan pohon tinggi.

b. Ketinggian sampling *inlet* dari permukaan tanah untuk partikel dan gas minimal 2 m.

c. Jarak minimal alat pemantau kualitas udara dari sumber emisi terdekat adalah 20 m.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

d. Untuk industri, penetapan lokasi sampling mengacu pada Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Nomor 205 Tahun 1996 tentang Pedoman Teknis Pengendalian Pencemaran Udara dari Sumber Tidak Bergerak.

C. Kriteria penentuan lokasi pemantauan kualitas udara ambien

a. Area dengan konsentrasi pencemar tinggi. Daerah yang didahulukan untuk dipantau hendaknya daerah-daerah dengan konsentrasi pencemar yang tinggi.
b. Area dengan kepadatan penduduk tinggi. Daerah-daerah dengan kepadatan penduduk yang tinggi, terutama ketika terjadi pencemaran yang berat.
c. Di daerah sekitar lokasi penelitian yang diperuntukkan untuk kawasan studi maka stasiun pengambil contoh uji perlu ditempatkan di sekeliling daerah/ kawasan.
d. Di daerah proyeksi. Untuk menentukan efek akibat perkembangan mendatang di lingkungannya, stasiun perlu juga ditempatkan di daerah-daerah yang diproyeksikan.
e. Mewakili seluruh wilayah studi. Informasi kualitas udara di seluruh wilayah studi harus diperoleh agar kualitas udara di seluruh wilayah dapat dipantau (dievaluasi).

2.6.2 Pemilihan Parameter yang Dipantau

A. Parameter udara ambien

Peraturan Pemerintah No.41 Tahun 1999 telah mengatur parameter udara ambien yang wajib dipantau. Dengan demikian, pemilihan parameter yang dipantau mengacu pada PP. No.41 Tahun 1999 dengan mempertimbangkan parameter dominan dari berbagai sumber pencemar.

Parameter yang dipantau untuk udara ambien paling sedikit meliputi:

1. Sulfur dioksida (SO_2)
2. Karbon monoksida (CO)
3. Nitrogen dioksida (NO_2)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4. Oksidan (O_3)
5. PM_{10}

Sedangkan untuk *roadside* paling sedikit meliputi parameter:

1. Hidro karbon (dalam bentuk NMHC, non methane hidro carbon)
2. Karbon monoksida (CO)
3. Partikulat (TSP, PM_{10}, $PM_{2.5}$)
4. Nitrogen dioksida (NO_2)
5. Sulfur dioksida (SO_2)

B. Parameter meteorologi

Kondisi meteorologi merupakan salah satu faktor penentu proses pencemaran udara karena merupakan media perantara dan penyebaran pencemar hingga ke penerima/ reseptor. Unsur–unsur meteorologi yang berhubungan dengan proses pencemaran udara meliputi: arah dan kecepatan angin, temperatur udara, radiasi matahari, kelembaban udara, tekanan udara serta curah hujan.

Dengan demikian pada saat pemantauan kualitas udara harus dilakukan pengukuran parameter meteorologi sebagai berikut:

1) Arah dan kecepatan angin
2) Kelembaban dan temperatur udara
3) Intensitas radiasi matahari

2.6.3 Metode Pemantauan

Metode pemantauan kualitas udara ambien secara garis besar terdiri dari dua yaitu metode manual dan otomatis. Metode manual dilakukan dengan cara pengambilan sampel udara terlebih dahulu lalu dianalisis di laboratorium. Metode manual ini dibedakan lagi menjadi metode pasif dan aktif.

Perbedaan ini didasarkan pada ada tidaknya pompa untuk mengambil sampel udara. Metode otomatis dilakukan dengan menggunakan alat yang dapat mengukur kualitas udara secara langsung sekaligus menyimpan datanya. Metode pemantauan kualitas udara ambien dapat dilihat pada Tabel 2.4 seperti dibawah ini.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 2.4 Metode Pemantauan Kualitas Udara Ambien

No.	Parameter	Metode Analisis/Pengukuran		
		Pasif	Aktif	Otomatis
1.	Sulfur Dioksida (SO_2)	Impragnated filter	Pararosaniline	a. UV fluoresence b. Conductvity
2.	Nitrogen Dioksida (NO_2)	Impragnated filter	Saltzman	a. Chemiluminescene b. Fluoresence
3.	Ozon (O_3)	Impragnated filter	Chyemiluminescene	a. Chemiluminescene b. Ultraviolet c. Absorption
4.	Karbon Monoksida (CO)	Impragnated filter	Non Dispersive Infra Red (NDIR)	Non Dispersive Infra Red (NDIR)
5.	Hidro Karbon (NMHC)	Impragnated filter	Flame Ionisasi - GC	Flame Ionisasi – GC

(Sumber: Lampiran VI PERMEN LH No. 12 tahun 2010)

Tata cara pengukuran kualitas udara ambien dengan menggunakan peralatan secara manual dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Metode Pengukuran Kualitas Udara Ambien dengan Menggunakan Peralatan Manual

No.	Parameter	Metode	Keterangan
1.	Sulfur Dioksida (SO_2)	Pararosaniline	SNI No. 19-7119.7.2005
2.	Nitrogen Dioksida	Saltzman	SNI No. 19-7119.2.2005
3.	Karbon Monoksida (CO)	Non Dispersive Infra Red (NDIR)	Belum ada SNI
4.	Oksidan (O_x)	Neutral Buffer Kalium Iodida (NBKI)	SNI No. 19-7119.8.2005
5.	PM 10	Gravimetri	Belum ada SNI

(Sumber: Lampiran VI PERMEN LH No. 12 tahun 2010)

2.6.4 Frekuensi Pemantauan

Periode pemantauan disesuaikan dengan tujuan dari pelaksanaan pemantauan. Jika terjadi kasus pencemaran atau dari hasil pemantauan rutin menunjukkan kondisi kualitas udara mendekati/ melewati baku mutu, frekuensi pemantauan dapat ditingkatkan atau periode pemantauan menjadi lebih pendek.

A. Pemantauan secara otomatis

Pemantau kualitas udara otomatis terdiri dari Stasiun Pemantau Kualitas Udara (SPKU) permanen (*fixed station*) dan bergerak (*mobile station*).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

a. SPKU permanen dipasang di lokasi tertentu, dan mengukur kualitas udara ambien secara kontinyu 24 jam secara terus menerus.

b. SPKU bergerak dipasang di lokasi tertentu, dan mengukur kualitas udara ambien minimal 7 (tujuh) hari secara terus menerus.

B. Pemantauan secara manual

Pendekatan yang dilakukan dalam pengambilan sampel secara manual untuk mendapatkan data rata-rata jam ataupun harian adalah sebagai berikut :

1). Parameter SO_2, NO_2, dan CO

a. Untuk mendapatkan data/ nilai 1 (satu) jam, pengukuran dapat dilakukan pada salah satu interval waktu seperti di bawah ini. Durasi pengukuran di setiap interval adalah satu jam.

   a) Interval waktu 06.00 – 09.00 (pagi)
   b) Interval waktu 12.00 – 14.00 (siang)
   c) Interval waktu 16.00 – 18.00 (sore)

b. Untuk mendapatkan data/ nilai harian (24 jam) dilakukan perata-rataan aritmatik dari 4 kali hasil pemantauan (pagi, siang, sore, malam) dengan interval waktu seperti di bawah ini. Masing-masing interval waktu diukur 1 (satu) jam. Interval waktu pengukuran adalah :

   a) Interval waktu 06.00 – 10.00 (pagi)
   b) Interval waktu 10.00 – 14.00 (siang)
   c) Interval waktu 14.00 – 18.00 (sore)
   d) Interval waktu 18.00 – 22.00 (malam)

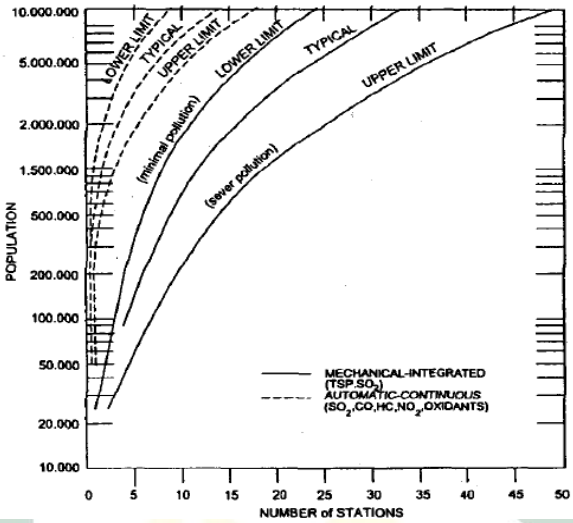
2.6.5 Penentuan Jumlah Lokasi Pemantauan Kualitas Udara

Penetapan jumlah titik *sampling* (stasiun) sangat ditentukan oleh faktor jumlah penduduk, tingkat pencemaran dan keragamannya serta kebijakan yang berlaku.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

A. Berdasarkan jumlah penduduk

Penentuan jumlah stasiun pemantauan di suatu kota dapat dilakukan berdasarkan jumlah penduduk dengan menggunakan kurva aproksimasi seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Kurva aproksimasi jumlah stasiun monitoring terhadap populasi penduduk
(Sumber: Lampiran VI PERMEN LH No, 12 tahun 2010)

2.7 Integrasi Keilmuan Pencemaran Udara dalam Pandangan Islam

Allah SWT telah memberikan informasi spiritual kepada manusia untuk bersikap ramah terhadap lingkungan melalui kitab suci Alquran. Alquran membuktikan bahwa islam merupakan agama yang mengajarkan kepada umatnya untuk bersikap ramah lingkungan. Ajaran untuk bersikap ramah lingkungan terkandung dalam Q.S. Ar-Ruum ayat 41.

ظَهَرَ ٱلۡفَسَادُ فِي ٱلۡبَرِّ وَٱلۡبَحۡرِ بِمَا كَسَبَتۡ أَيۡدِي ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعۡضَ ٱلَّذِي عَمِلُواْ لَعَلَّهُمۡ

يَرۡجِعُونَ ٤١

Terjemahnya:

Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Menurut Buku Tafsir Ibnu Katsir, ayat tersebut bermakna peristiwa terhentinya hujan di daratan yang diiringi oleh masa paceklik sehingga membuat kekurangan tanam-tanaman dan buah-buhan, serta dari lautan yang berhubungan dengan binatang-binatangnya. Di mana kedua hal tersebut terjadi disebabkan oleh kemaksiatan (Abdullah, 2017).

Dalam konferensi Iklim II yang dilaksanakan di Paris pada permulaan tahun 2007, lebih dari 500 ilmuwan yang berasal dari penjuru dunia memberikan pendapat, salah satu pendapat tersebut adalah bahwa kerusakan lingkungan dan polusi telah terjadi baik di daratan maupun lautan. Kerusakan lingkungan tersebut akan mengakibatkan suatu bencana alam (Muzayyid, 2014). Hal tersebut membuktikan bahwa peringatan Allah SWT dalam Q.S Ar-Ruum ayat 41 adalah benar. Dalam Q.S. Ar-Ruum ayat 41, Allah SWT memperingatkan agar manusia bersikap ramah lingkungan dan tidak berbuat kerusakan di muka bumi. Allah SWT berfirman dalam Q.S Al-Mulk ayat 3 sebagai berikut.

ٱلَّذِى خَلَقَ سَبْعَ سَمَٰوَٰتٍ طِبَاقًا ۖ مَّا تَرَىٰ فِى خَلْقِ ٱلرَّحْمَٰنِ مِن تَفَٰوُتٍ ۖ فَٱرْجِعِ ٱلْبَصَرَ هَلْ تَرَىٰ مِن فُطُورٍ ﴿٣﴾

Terjemahnya:

Yang telah menciptakan tujuh langit berlapis-lapis. kamu sekali-kali tidak melihat pada ciptaan Tuhan yang Maha Pemurah sesuatu yang tidak seimbang. Maka lihatlah berulang-ulang, Adakah kamu Lihat sesuatu yang tidak seimbang ?.

Dalam Buku Tafsir Ibnu Katsir, ayat tersebut bermakna Allah SWT telah menciptakan tujuh langit berlapis-lapis (tingkat demi tingkat). Tujuh lapisan langit tersebut masing-masing terpisah, yang diantara lapisan-lapisannya terdapat ruang hampa udara. Kemudian, bahkan semuanya saling bersesuaian dan seimbang. Tidak ada pertentangan, benturan, ketidakcocokan, kekurangan, aib, dan kerusakan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Oleh karena itu, Allah SWT memerintahkan untuk melihat ke langit dan meneliti, untuk membuktikan tidak terdapat cacat, kekurangan, kerusakan atau ketidakseimbangan padanya. Allah SWT telah menciptakan alam ini dalam keadaan seimbang, sehingga kelangsungan hidup dan berbagai proses di alam berjalan dengan baik dan harmonis. Atmosfer bumi adalah campuran gas pembungkus permukaan bumi yang secara kimia-fisika relatif homogen pada setiap lapisannya, dan tetap bertahan karena gravitasi bumi.

Dalam sejarahnya, komposisi atmosfer diketahui berfluktuasi, sampai terbentuk kesetimbangan seperti sekarang. Sebagai contoh, kadar oksigen dari hasil penyelidikan dan simulasi diketahui berfluktuasi mulai kurang dari 3 % sampai mencapai 35 % (300 juta tahun yang lalu), sebelum akhirnya berada dalam kesetimbangan 21 % (sejak 3 juta tahun yang lalu). Berbagai proses reaksi kimia, kondisi fisika, dan interverensi biokimia, telah berangsur-angsur membentuk komposisi atmosfer yang setimbang.

Pada lapisan atmosfer lebih atas, oksigen berperan dalam reaksi siklus pembentukan dan pemecahan ozon. Sedangkan pada lapisan bawah (troposfer), oksigen sangat dipentingkan dalam reaksi oksidasi baik secara kimia maupun biokimia (oleh makhluk hidup). Proses-proses ini merupakan bagian dari pembentukan komposisi atmosfer ideal untuk kehidupan di muka bumi (Hermana & Assomadi, 2013).

Adanya zat-zat pencemar udara akan membuat terganggunya proses yang terjadi di atmosfer sehingga berpengaruh terhadap komposisi atmosfer. Komposisi atmosfer yang tidak seimbang tentu akan mempengaruhi keseimbangan ekosistem di bumi. Keseimbangan ekosistem yakni suatu kondisi dimana interaksi antara komponen-komponen di dalamnya berlangsung secara harmonis dan seimbang. Keseimbangan ekosistem berdampak signifikan pada keselerasan serta kesejahteraan hidup manusia dan mahluk hidup lainnya (Minarno, 2017).

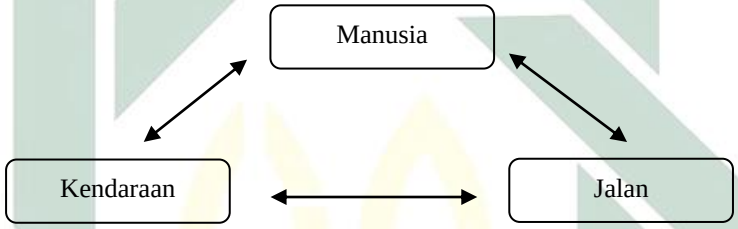
2.8 Lalu Lintas Kendaraan Bermotor

Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, lalu lintas merupakan gerak kendaraan dan orang di ruang lalu lintas jalan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Ruang lalu lintas jalan adalah prasarana yang diperuntukkan bagi gerak pindah kendaraan, orang, dan/ atau barang yang berupa jalan dan fasilitas pendukung. Menurut Djajoesman (1976), lalu lintas merupakan gerak bolak-balik manusia atau barang dari suatu tempat ke tempat lainnya dengan menggunakan sarana jalan umum. Lalu lintas yaitu sesuatu yang berkaitan dengan perjalanan (baik darat, laut, maupun udara) dari satu tempat ke tempat lainnya (Munawaroh, 2017).

Lalu lintas memiliki 3 (tiga) sistem komponen yang saling berinteraksi dalam pergerakan kendaraan antara lain manusi, kendaraan, dan jalan. Adapun interaksi ketiga sistem komponen dalam lalu lintas ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Sistem komponen dalam lalu lintas
(Sumber : UU Nomor 22 tahun 2009)

A. Manusia

Manusia merupakan salah satu unsur dalam lalu lintas yang sesifik, artinya setiap individu mempunyai komponen fisik dasar tertentu dan nonfisik yang kemungkinan berbeda antara satu dengan yang lainnya. Manusia juga berperan sebagai pengemudi atau pejalan kaki dan mempunyai keadaan yang berbeda-beda.

B. Jalan

Jalan adalah lintasan yang direncanakan dan diperuntukkan kepada pengguna kendaraan bermotor dan tidak bermotor, termasuk pejalan kaki. Jalan dalam lalu lintas merupakan lintasan yang digunakan untuk mengalirkan aliran lalu lintas dengan lancar,aman, dan mendukung beban muatan kendaraan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

C. Kendaraan

Kendaraan digunakan dan atau digerakkan oleh manusia atau pengemudi. Kendaraan berkaitan dengan kecepatan, percepatan, perlambatan, dimensi, dan muatan yang membutuhkan ruang lalu lintas. Kendaraan bermotor adalah kendaraan yang digerakkan oleh peralatan teknik untuk penggeraknya.

Kendaraan bermotor umumnya menggunakan mesin pembakaran dalam (perkakas atau alat untuk menggerakkan).

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 44 tahun 1993 tentang Kendaraan dan Pengemudi, kendaraan yang digerakkan oleh peralatan teknik yang berada pada kendaraan itu.

Kendaraan bermotor dikelompokkan dalam beberapa jenis. Berdasarkan PP No. 44 tahun 1993, jenis kendaraan bermotor adalah sebagai berikut.

1. Sepeda motor, adalah kendaraan bermotor beroda dua atau tiga tanpa rumah-rumah baik dengan atau tanpa kereta samping.
2. Mobil penumpang, adalah setiap kendaraan bermotor yang dilengkapi sebanyak-banyaknya 8 (delapan) tempat duduk, tidak termasuk tempat duduk pengemudi, baik dengan maupun tanpa perlengkapan pengangkutan bagasi.
3. Mobil bus, adalah setiap kendaraan bermotor yang dilengkapi lebih dari 8 (delapan) tempat duduk tidak termasuk tempat duduk pengemudi, baik dengan maupun tanpa perlengkapan pengangkutan bagasi.
4. Mobil barang, adalah setiap kendaraan bermotor selain dari yang termasuk dalam sepeda motor, mobil penumpang, dan mobil bus.
5. Kendaraan khusus, adalah kendaraan bermotor selain daripada kendaraan bermotor untuk penumpang dan kendaraan bermotor untuk barang, yang penggunaanya untuk keperluan khusus atau mengangkut barang-barang khusus.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Sedangkan, menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), jenis kendaraan bermotor terbagi atas:

1. Kendaraan ringan (*Light Vehicle*)

Kendaraan bermotor dua as beroda 4 dengan jarak as 2-3 m (termasuk mobil penumpang, opelet, mikrobis, pik-up, dan truk kecil sesuai dengan sistem klasifikasi Bina Marga).

2. Kendaraan berat (*Heavy Vehicle*)

Kendaraan bermotor dengan jarak as lebih dari 3,5 m. Biasanya beroda lebih dari 4 (termasuk bis, truk 2 as, truk 3 as dan truk kombinasi sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

3. Sepeda motor (*Motor Cycle*)

Kendaraan bermotor beroda dua atau tiga (termasuk sepeda motor dan kendaraan beroda 3 sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

2.9 Dampak Lalu Lintas Kendaraan Bermotor terhadap Lingkungan

Kepadatan lalu lintas umumnya terjadi di kota-kota besar. Dampak kepadatan lalu lintas menimbulkan polusi udara serta polusi suara (kebisingan) oleh pembuangan asap (emisi) kendaraan bermotor. Emisi kendaraan bermotor berupa unsur-unsur kimia yang melampaui kandungan alami dalam udara bebas semakin lama dapat menurunkan kualitas udara bebas (Boediningsih, 2011).

2.9.1 Pencemaran Udara akibat Lalu Lintas Kendaraan Bermotor

Penggunaan kendaraan bermotor sangat diperlukan untuk menunjang mobilitas sosial masyarakat kota. Tetapi di sisi lain penggunaan kendaraan bermotor seringkali menyebabkan kemacetan lalu lintas yang disebabkan oleh ketidakseimbangan antara lebar jalan dengan jumlah kendaraan bermotor yang melintas. Pada saat terjadi kemacetan lalu lintas pembakaran bahan bakar (bensin dan solar) pada mesin kendaraan bermotor tetap berlangsung. Pada proses pembakaran ini akan mengemisikan senyawa-senyawa seperti karbon monoksida, nitrogen oksida, belerang oksida, partikel padatan, dan senyawa fosfor timbal. Senyawa ini selalu terdapat dalam bahan bakar dan minyak pelumas mesin.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pembakaran bensin maupun solar akan lebih efisien jika mobil atau motor dilajukan dengan kecepatan yang konstan, dan mengurangi frekuensi pengereman dan menstarter. Berikut faktor-faktor yang berpengaruh terhadap banyaknya emisi gas buang kendaraan bermotor, antara lain :

1. Jumlah Kendaraan

Pada umumnya bertambahnya jumlah kendaraan akan mengakibatkan bertambahnya jumlah emisi gas yang akan dikeluarkan sehingga berdampak negatif pada lingkungan. Pertambahan volume lalu lintas juga akan mengakibatkan bertambahnya emisi polusi udara sehingga dapat dianggap menurunkan kualitas udara (Morlok, 1995). Sedangkan menurut Hickman (1999), peningkatan jumlah kendaraan sebanding dengan peningkatan jumlah emisi yang dihasilkan sehingga mengakibatkan pencemaran udara juga semakin meningkat.

2. Umur Kendaraan

Tahun produksi mobil yang berbeda akan berpengaruh besar. Idealnya, semakin tua umur mobil maka kualitas mesinnya juga akan menurun. Begitu juga dengan gas buangan yang dihasilkannya, akan semakin besar.

Kendaraan dengan tahun pembuatan yang lebih lama akan mengeluarkan emisi yang lebih banyak dibandingkan dengan kendaraan baru (Morlok, 1995).

3. Perawatan Kendaraan

Kendaraan tahun rendah atau kendaraan tua sebagian besar mencemari lingkungan artinya emisi gas buang yang dihasilkan sudah melebihi ambang batas yang ditetapkan. Meskipun demikian ada juga kendaraan bertahun rendah yang ramah lingkungan. Tetapi, bukan berarti kendaraan yang bertahun tinggi atau kendaraan baru tidak mencemari lingkungan.

Karburator yang tidak terawat, tidak dapat mencampur bahan bakar dengan udara dengan baik, sehingga pembakaran yang terjadi tidak sempurna. Perawatan yang dilakukan terhadap mesin kendaraan berpengaruh terhadap emisi yang dihasilkan. Semakin rutin sepeda motor melakukan servis maka emisi CO, HC, dan NOx yang dihasilkan semakin kecil (Muziansyah, dkk. 2015).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4. Kecepatan Kendaraan

Kecepatan kendaraan didefinisikan sebagai tingkat pergerakan yaitu jarak yang ditempuh kendaraan dalam satu satuan waktu tertentu. Umumnya dinyatakan dengan satuan kilometer per jam (km/ jam). Karena dalam arus lalu lintas akan terdapat berbagai jenis kendaraan dengan berbagai kecepatan juga, maka kecepatan yang dimaksud adalah kecepatan rata-rata.

Peningkatan laju pertumbuhan kendaraan yang cepat akan menurunkan kecepatan rata-rata kendaraan di jalan raya. Penurunan kecepatan kendaraan akan menghasilkan emisi yang lebih tinggi. Kecepatan rata-rata kendaraan akan mempengaruhi jumlah emisi yang dikeluarkan oleh suatu kendaraan (Morlok,1995).

5. Jumlah Bahan Bakar

Pemakaian bahan bakar secara langsung mempengaruhi tingkat emisi kendaraan. Semakin tinggi pemakaian bahan bakar maka emisi yang dihasilkan semakin besar. Salah satu cara pengendalian emisi gas buang adalah dengan mengendalikan konsumsi bahan bakar untuk transportasi jalan tersebut (Muziansyah, dkk. 2015).

6. Kapasitas Mesin

Perbedaan kapasitas silinder mempengaruhi konsentrasi emisi gas buangnya. Mesin kendaraan dengan kapasitas silinder lebih besar akan mengeluarkan zat pencemar yang lebih besar. Kapasitas mesin kendaraan berkaitan erat dengan konsumsi bahan bakar, semakin besar kapasitas mesin, semakin banyak pula bahan bakar yang dibutuhkan oleh kendaraan tersebut sehingga emisi yang dihasilkan akan semakin besar (Muziansyah, dkk. 2015).

2.10 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai evaluasi kualitas udara karbon monoksida (CO) akibat lalu lintas di kampus I UIN Sunan Ampel Surabaya didasarkan pada penelitian terdahulu. Adapun penelitian terdahulu yang dijadikan sebagai salah satu acuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

1. Omri Sianturi (2004) dengan judul "Evaluasi Emisi Karbon Monoksida dan Partikel Halus dari Kendaraan Bermotor di Kota Semarang"

   Hasil penelitian : Kendaraan di Kota Semarang setiap tahunnya terus bertambah. Hal ini mengakibatkan kaulitas lingkungan semakin menurun. Karbon monoksida dan partikel halus adalah polutan yang di emisikan kendaraan bermotor ke udara ambient, polutan ini sangat berbahaya bila dihirup oleh manusia maupun hewan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh transportasi kendaraan bermotor di jalan raya Semarang terhadap kualitas udara ambient. Pengendalian pencemaran udara perkotaan dalam berbagai hal sangat bergantung pada aspek transportasi, walaupun aspek potensial lainnya tidak diabaikan. Salah satu metoda pengendalian yang paling memungkinkan dilakukan adalah dengan melakukan pengelolaan terhadap faktor lalu lintas. Tindakan yang merupakan upaya pengelolaan yang memperhitungkan besarnya pencemaran udara dan digunakan sebagai landasan pemantauan adalah model prediksi polusi udara. metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif yaitu menggambarkan keterkaitan antara faktor lalu lintas, kondisi meteorologi, dan emisi karbon monoksida dan partikel halus. Lokasi penelitian yang dipilih tiga lokasi yaitu Jalan Pandanaran, Jalan Imam Bonjol, dan Jalan Setyabudi. Dari hasil evaluasi emisi karbon monoksida (CO) dan partikel halus (PM_{10}) dari kendaraan bermotor di tiga lokasi ruas jalan kota Semarang, dapat diketahui bahwa pertambahan jumlah kendaraan akan membuat volume kendaraan di ruas jalan Pandanaran, Imam Bonjol, dan Setiabudi semakin meningkat seiring dengan itu emisi gas buang juga semakin besar yang kemudian mengakibatkan konsentrasi polutan CO dan PM_{10} di udara ambien semakin besar. Dengan menggunakan model Hiway-2^{TM} diprediksi konsentrasi CO pada tahun 2010 di tiap lokasi pengamatan adalah Jalan Pandanaran 9,022 ppm, Jalan Imam Bonjol 5,169 ppm, dan Jalan Setiabudi 8,313 ppm. Konsentrasi CO di lokasi Pandanaran pada tahun 2010 telah melampaui baku mutu, lokasi Setiabudi terpaut 0,387 ppm sedangkan lokasi Imam Bonjol pada tahun tersebut belum melampaui baku mutu.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Konsentrasi PM_{10} pada tahun 2010 diperoleh angka untuk jalan Pandanaran 426 ug/m^3, jalan Imam Bonjol 225 ug/m^3 dan jalan Setiabudi 379 ug/m^3. Konsentrasi PM_{10} di ke-3 lokasi pada tahun 2006 diprediksi telah melampaui baku mutu PM_{10} 24 jam. Dalam mengatasi permasalahan pencemaran udara yang terjadi pada ketiga ruas jalan tersebut di atas perlu diupayakan pengelolaan transportasi, baik itu perbaikan melalui kebijakan maupun perbaikan prasarana transportasi. Khusus pada jalan Setiabudi dengan kondisi kepadatan lalu lintas yang sangat tinggi diperlukan alternatif penanganan dengan merealisasikan pembangunan jalan tol Semarang-Solo.

2. Christopher L. Butenhoff, M. Aslam K. Khalil, Willian C. Porter, Mohammed Saleh Alsahafi, Mansour Almazroui, dan Abdulrahman Alkhalaf (2007), dengan judul "*Evaluation of Ozone, Nitrogen Dioxide, and Carbon Monoxide at Nine Site in Saudi Arabia During 2007*"

   Hasil penelitian : Dalam jurnal penelitian ini, menampilkan rekaman data kualitas udara in situ di 9 lokasi yang berada di Arab Saudi selama satu tahun. Data tersebut terdiri atas pengukuran per jam dari parameter ozon, nitrogen dioksida, dan karbon monoksida yang dilaksanakan pada tahun 2007 di 6 kota besar di Arab Saudi, yaitu Riyadh, Jeddah, Makkah, Yanbu, Damman, dan Hafouf. Serta, 2 lokasi terpencil di wilayah pegunungan barat daya kota Alsaodah. Peneliti menemukan bahwa O_3 dan CO secara rutin meningkat sepanjang tahun di banyak tempat, terutama selama bulan Ramadan (12 Sep-13 Okt) yang merupakan bulan puasa bagi agama islam dan kebanyakan aktivitas normal sehari-hari dipindah menjadi jam waktu malam hari. Secara umum, tingkat NO_2 dan CO di kota-kota Arab Saudi lebih tinggi dibandingkan dengan kota-kota di Amerika Serikat dengan jumlah populasi yang sebanding. Sementara tingkat ozon lebih rendah. Terdapat kecenderungan umum antara O_3 dan NO_2 berkorelasi negatif dengan kota-kota di Arab Saudi yang berbeda dengan kota-kota di Amerika Serikat yang mana hasil korelasinya positif. Hal tersebut menunjukkan, ozon di Arab Saudi terbatas dari emisi zat organik mudah menguap (VOC) yang kemungkinan disebabkan oleh adanya emisi biogenik dari vegetasi.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tingkat polusi lebh rendah pada sebagian besar lokasi di Arab Saudi selama periode 4 hari Haji (18-21 Des) tetapi tingkat polusi lebih tinggi di Makkah yang menerima jutaan pengunjung selama musim Haji. Penulis juga menemukan bahwa tingkat ozon relatif meningkat selama akhir pekan (Kamis & Jumat) terhadap hari kerja meskipun NO_2 lebih rendah. Fenomena tersebut dikenal sebagai "Fenomena Akhir Pekan". Sedikitnya data kualitas udara yang tersedia dari Arab Saudi dalam literatur berbahasa inggris, dengan adanya data ini diharapkan dapat mengisi kesenjangan ilmu pengetahuan dan meningkatkan pemahaman mengenai kualitas udara di wilayah penting namun kurang dilaporkan ke dunia.

3. B.R. Gurjara, T.M. Butlerb, M.G. Lawrenceb, J. Lelieveld (2008), dengan judul "*Evaluation of Emmisions and Air Quality in Megacities*"

   Hasil penelitian : Beberapa konsep dan indikator ada untuk mengatur dan memberi peringkat daerah perkotaan dalam syarat-syarat mengenai sosial-ekonomi, infrastruktur, dan parameter lingkungan. Bank Dunia secara teratur mempublikasikan Indikator Pembangunan Dunia (MDI), dan PBB melaporkan Indeks Pembangunan Kota (CDI), serta peringkat kota-kota besar berdasarkan jumlah populasinya. Di sini, kami mengevaluasi dan merangking kota-kota besar dalam hal emisi gas dan partikel, dan kualitas udara ambien. Selain peringkat kota-kota besar dari segi luasan permukaan dan kepadatan penduduknya, kami mengevaluasi mereka berdasarkan emisi karbon monoksida (CO) per kapita, per tahun, dan per satuan luas permukaan. Selanjutnya, kita merangking kota-kota besar berdasarkan pada konsentrasi komponen polutan atmosfer ambien, terutama TSP, Belerang dioksida, dan Nitrogen dioksida. Kami mengusulkan Indeks Multi-Polutan (MPI) dengan mempertimbangkan tiga polutan (TSP, SO_2, dan NO_2) dalam pandangan Panduan WHO untuk kualitas udara. Dari 18 kota besar yang dievaluasi terdapat 5 kota dengan klasifikasi kualitas udara "Cukup", dan 13 kota "Rendah". Kota-kota besar dengan MPI paling tinggi adalah Dhaka, Beijing, Kairo, dan Karachi yang paling membutuhkan reduksi polusi udara.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4. Edgar A. Rodriguez (2011), dengan judul "*Roadside Air Pollution Measurements and Traffic Volume in US-Mexico Border City: Tijuana, B.C.*"

   Hasil penelitian : Studi terbaru menunjukkan bahwa menghabiskan waktu dalam kemacetan lalu lintas kendaraan bermotor memiliki efek buruk bagi kesehatan manusia., terutama pada populasi rentan seperti orang tua dan anak-anak. Konsentrasi polutan terkait lalu lintas menurun dengan cepat seiring dengan meningkatnya jarak dari jalan raya. Meggaris bawahi fakta bahwa stasiun pemantau kaulitas udara di masyarakat mungkin tidak menangkap paparan dari lalu lintas yang mana penting untuk kesehatan manusia. Beberapa studi mengenai pengukuran polusi terkait lalu lintas telah dilakukan di negara-negara berkembang yang polutannya kemungkinan lebih tinggi karena armada kendaraan yang tua dan kondisi lainnya. Dalam studi terbaru, polusi tepi jalan telah diukur pada 55 lokasi di kota Tijuana, Baja California, Meksiko, termasuk 18 lokasi di dekat sekolah dasar. Hubungan antara jumlah lalu lintas dengan polutan udara telah dianalisa dengan menampilkan pengukuran secara serentak selama 20 menit mengenai karbon hitam (BC), partikel PAH, partikulat halus (PM2,5), partikel ultrafine (UFP), dan karbon monoksida (CO). Selain itu, dilakukan beberapa pengukuran pasif nitrogen oksida (NO_x) selama 24 jam. Volume dan arus lalu lintas dinilai dengan merekam sesi pengukuran di setiap tempat dan selanjutnya melakukan perhitungan lalu lintas. Sebagian besar konsentrasi polutan di berbagai wilayah Tijuana sangat bervariasi. Nilai tengah konsentrasi BC adalah 4437 ng/m^3 dengan tingkat tertinggi diukur di sebelah tenggara kota. Nilai tengah konsentrasi untuk UFP, CO, dan NO_2 masing-masing adalah 30,265 partikel/cc, 1,6 ppm, dan 49 ppb dengan tingkat tertinggi diukur pada persimpangan "5y10". Hitungan nilai tengah untuk mobil dan truk adalah 1758 ct/jam dan 180 ct/jam. Konsentrasi UFP paling besar berkorelasi dengan jumlah lalu lintas, sebagaimana BC ke tingkat yang lebih rendah. Konsentrasi PM2,5 paling tidak berkorelasi dengan jumlah lalu lintas.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Konsentrasi karbon monoksida sangat berkorelasi dengan UFP dan konsentrasi BC yang membuat CO memungkinkan sebagai parameter pengganti untuk pengukuran paparan di dekat lalu lintas. Di lokasi yang berhubungan dengan sekolah, nilai tengah konsentrasi UFP dan BC adalah 3673 ng/m^3 dan 28.566 parikel/cc. Selain itu, konsentrasi UFP secara signifikan lebih tinggi pada kondisi arus lalu lintas moderat atau intermitten. Akhirnya ada beberapa bukti bahwa daerah dengan status sosial-ekonomi (SES) rendah memiliki tingkat CO yang lebih tinggi. Namun semua polutan lainnya tidak secara signifikan dengan status SES yang menunjukkan bahwa polusi terkait lalu lintas merupakan bahaya bagi penduduk kota. Penemuan ini menunjukkan bahwa polusi udara terkait lalu lintas dapat mempengaruhi kesehatan masyaraka di Tijuana, dan bahwa intervensi kualitas udara untuk mengurangi emisi terkait lalu lintas dan jaminan langkah-langkah kebijkan untuk mengarahkan lalu lintas jauh dari lingkungan sekolah.

5. Khotibul Umam (2012), yang berjudul "Analisis Kualitas Udara dengan Parameter Partikel Gas Buang Kendaraan Bermotor dan Udara Bebas di Lingkungan Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta"

   Hasil penelitian : Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah partikel gas buang kendaraan bermotor, mengetahui pengaruh jumlah kendaraan terhadap jumlah partikel dan mengetahui dampak kesehatan yang terjadi akibat pencemaran partikel gas buang kendaraan bermotor di lingkungan Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta. Metode penelitian yang digunakan yaitu deskriptif kualitatif, sedangkan analisis data digunakan analisis regresi linier berganda, untuk mencari hubungan antara faktor lingkungan dengan jumlah partikel. Penelitian dilakukan di lingkungan Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta pada 9 stasiun pengambilan sampel. Hasil yang diperoleh bahwa faktor lingkungan tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah partikel. Jumlah partikel gas buang melampaui ambang batas udara ambient terdapat di tiga titik yakni Fakultas Sains dan Teknologi, gerbang masuk kampus bagian barat dan gerbang masuk kampus bagian timur.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Kendaraan yang masuk ke wilayah kampus bagian Barat sebanyak 2.824 rata rata perhari dan partikel gas buang kendaraan yang dikeluarkan ke udara bebas sejumlah 201,68 µg/m^3. Jumlah partikel pada kampus bagian Barat melebihi ambang baku mutu partikel yang di syaratkan (PM_{10} sebesar 150 µg/m^3, $PM_{2,5}$ sebesar 65 µg/m^3). Kendaraan yang masuk ke wilayah kampus bagian Timur, sebanyak 1.139 rata rata dalam sehari dan jumlah partikel gas buang kendaraan yang dilepaskan ke udara sebanyak 149,17 µg/m^3 (melebihi ambang baku mutu partikel $PM_{2,5}$ sebesar 65 µg/m^{3+}). Jumlah kendaraan berbanding lurus dengan jumlah partikel di lingkungan kampus UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Terdapat pengaruh kesehatan akibat pencemaran partikel gas buang kendaraan bermotor, sebesar 20% sampel merasakan gejala batuk-batuk, 15% merasakan mata perih dan gejala normal (tidak ada pengaruh) sebesar 65%. Namun untuk di lingkungan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sendiri efek tersebut masih dalam taraf ringan.

6. Dian Hudawan Santoso (2014), yang berjudul "Distribusi Spasial Karbon Monoksida Ambien di Lingkungan Kampus Universitas Gadjah Mada Yogyakarta"

   Hasil penelitian : Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana distribusi spasial CO, menganalisis pengaruh kepadatan kendaraan bermotor, kondisi meteorologi dan penggunaan lahan terhadap konsentrasi CO di Kampus UGM. Digunakan metode *moving observation technique* untuk mendapatkan data primer. Hasil pengukuran yaitu: bagian utara CO pagi 20,1 ppm; siang 17,4 ppm dan sore 24,3 ppm; bagian tengah CO pagi 15,3 ppm, siang 14,7 ppm dan sore 13,1 ppm; bagian selatan CO pagi 18,4 ppm siang 18,5 ppm dan sore 28,3 ppm. Persamaan hasil regresi linier berganda yang paling sesuai dengan tidak memasukkan variabel iklim mikro adalah CO = 11,744 + 0,002 K_B. Ajusted R Square sebesar 0,276 selalu lebih kecil dari R square. Konsentrasi CO ambien di kampus UGM di bawah ambang batas baku mutu DIY yaitu 35 ppm.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

7. Muzayyid (2014), yang berjudul "Studi Konsentrasi Kadar Karbon Monoksida (CO) di Jalan A. P Pettarani Kota Makassar"

   Hasil penelitian : Kota besar yang padat lalu lintasnya akan banyak menghasilkan gas CO sehingga kadar CO dalam udara relatif tinggi dibandingkan dengan daerah pedesaan. Di dalam laporan WHO (1992) dinyatakan paling tidak 90% dari CO di udara perkotaan berasal dari emisi kendaraan bermotor. Penelitian ini untuk mengetahui kadar karbon monoksida udara ambien di jalan A.P Pettarani kota Makassar. Selain pengukuran konsentrasi kadar karbon monoksida dilakakukan juga pengukuran dengan faktor yang mempengaruhi konsentrasi CO di udara yaitu: kecepatan angin, kelembaban, temperatur. Jenis penelitian yang digunakan adalah kuantitatif lapangan dengan melakukan analisa laboratorium. Sampel penelitian adalah gas karbon monoksida yang tersebar di empat titik di jalan A.P Pettarani Makassar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar karbon Monoksida (CO) udara Ambien di jalan A.P Pettarani masih berada di bawah standar baku mutu udara ambien berdasarkan PP RI No. 41 Tahun 1999 yaitu 30.000 $\mu g/Nm^3$ untuk gas karbon monoksida. Konsentrasi CO udara Ambien dijalan A.P Pettarani kota Makassar rata-rata 2638,62 $\mu g/Nm^3$. Temperatur rata-rata 28-35 ^0C, kelembaban rata-rata 54-69 % RH dan kecepatan Angin rata-rata 1.13-2.08 m/s. Berdasarkan hasil penelitian tersebut disarankan perlu dilakukan pengukuran bahan pencemar secara berkala untuk mengetahui perkembangan sebagai tindakan pencegahan penanggulanganya. Kepada peneliti selanjutnya perlu di teliti hubungan kadar CO udara ambien dan COHb pada kelompok yang resiko tinggi.

8. Rudatin Ruktiningsih (2014), yang berjudul "Kajian Hubungan Volume Lalu Lintas terhadap Emisi Gas Buang Kendaraan di Ruas Jalan Majapahit Semarang (Studi Kasus : Kadar CO dan PM_{10})"

   Hasil penelitian : Kota Semarang termasuk kota yang berpenduduk lebih dari satu juta jiwa. Permasalahan kota sebagian besar adalah akibat transportasi darat yaitu salah satunya pencemaran udara.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Jumlah kendaraan bermotor yang semakin meningkat di Kota Semarang tentunya akan mendukung meningkatnya polusi udara akibat emisi gas buang kendaraan di ruas-ruas jalan. Penelitian dilakukan di Ruas Jalan Majapahit pada hari Rabu dan Kamis pada pagi dan siang hari dengan cara melakukan perhitungan jumlah kendaraan. Pengolahan data survei perhitungan lalu lintas dianalisis untuk mendapatkan nilai VCR, dan menggunakan model yang dikembangkan Hobbs (1979) dan Ruktiningsih (2003). Hasil penelitian menunjukkan bahwa volume lalu lintas yang melalui ruas jalan Majapahit masih mampu dilayani oleh ruas jalan tersebut. hal ini ditunjukkan dengan VCR sebesar 0,437. Sedangkan konsentrasi CO berdasarkan model Hobbs (1979) dan Model Ruktiningsih (2003) berkisar 5,5-8 ppm dan PM_{10} berkisar 117-126 mikrogram/m^3. Kondisi tersebut masih berada di bawah ambang batas kualitas udara ambien Jawa Tengah. *Traffic Restrain* dan perbaikan kondisi angkutan umum merupakan solusi yang baik untuk menjaga agar kualitas udara ambien di ruas jalan Majapahit lebih terjaga sehingga masyarakat dapat memperoleh udara yang bersih.

9. Ida Munfarida (2015), yang berjudul "Evaluasi Kualitas Udara Studi Kasus 3 Lokasi Puskesmas di Kota Cimahi Provinsi Jawa Barat"

   Hasil penelitan : Pencemar udara dapat berupa gas yang terdiri dari nitrogen oksida (NO, NO_2), sulfur oksida (SO, SO_2), karbon monoksida (CO), oksidan (O_3), gas volatil yang tersebar ke udara. dan berupa debu (TSP) atau partikulat. Pencemar udara telah terbukti berdampak negatif pada kesehatan manusia, tumbuhan dan lingkungan. Pencemar udara diketahui dihasilkan dari berbagai sektor antara lain sektor industri, permukiman, perkantoran, dan transportasi. Sektor pelayanan publik seperti Puskesmas merupakan sarana kesehatan yang memiliki peranan vital sebagai tempat pertama upaya penyembuhan penyakit. Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kualitas udara di 3 lokasi Puskesmas di Kota Cimahi Provinsi Jawa Barat. Tujuan dari penelitian ini adalah menguji parameter kualitas udara meliputi gas dan partikulat yakni nitrogen dioksida (NO_2), sulfur dioksida (SO_2), karbon monoksida (CO), oksidan (O_3), dan partikulat (TSP).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Serta menganalisa tingkat pencemar udara di 3 lokasi Puskesmas di Kota Cimahi Provinsi Jawa Barat. Metode penelitian dengan cara pengukuran kualitas udara langsung di lokasi penelitan bekerja sama dengan PDAM Tirta Wening Kota Bandung. Parameter kualitas udara yang diukur meliputi gas dan partikulat yakni nitrogen dioksida (NO_2), sulfur dioksida (SO_2), karbon monoksida (CO), oksidan (O_3), dan partikulat (TSP). Pengukuran dilakukan pada waktu siang hari sebanyak satu kali pengukuran. Pengukuran nitrogen dioksida (NO_2), sulfur dioksida (SO_2), oksidan (O_3), dan partikulat (TSP) menggunakan peralatan tabung dan impinger, sementara untuk karbon monoksida (CO) menggunakan CO *Analyzer* dengan metode *direct reading*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua parameter udara gas dan partikulat yang diuji yakni nitrogen dioksida (NO_2), sulfur dioksida (SO_2), karbon monoksida (CO), oksidan (O_3), dan partikulat (TSP) pada 3 lokasi Puskesmas di Kota Cimahi masih memenuhi baku mutu udara ambien berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 tentang pengendalian pencemaran udara. Hal ini membuktikan bahwa kondisi udara di 3 lokasi Puskesmas di Kota Cimahi memenuhi kualitas mutu sehingga dapat mendukung Puskesmas dalam upaya menjalankan fungsi penyembuhan penyakit dan pemulihan kesehatan dengan baik.

10. Sinthia Brigyta Pangerapan, Oksfriani Jufri Sumampouw, dan Woodford Baren Soleiman Joseph (2018), yang berjudul "Analisis Kadar Karbon Monoksida (CO) Udara di Terminal Beriman Kota Tomohon Tahun 2018"
    Hasil penelitian : Karbon Monoksida (CO) merupakan racun yang cukup lama dalam sejarah manusia. Sumber utama dari CO adalah asap knalpot kendaraan terutama mesin berbahan bakar bensin. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengukur kadar CO udara di Terminal Beriman Kota Tomohon tahun 2018. Jenis penelitian ini observasional dengan pendekatan *cross-sectional*. Pengukuran CO dilakukan pada 2 hari tidak sibuk dan hari sibuk. Lokasi sampling dalam penelitian ini berada di Terminal Beriman Kota Tomohon.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Dalam penelitian ini ada 3 titik yang mewakili di Terminal Beriman Kota Tomohon, yaitu (i) titik 1 jalan keluar masuk terminal (ii) titik 2 tempat parkiran (iii) tempat jualan pedagang. Kadar CO di dapatkan dari hasil pengukuran dengan menggunakan alat CO Meter dengan menggunakan metode NDIR. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan kadar CO udara di terminal Beriman Kota Tomohon terendah terjadi di titik 3 sebesar 1.063 $\mu g/Nm^3$. Nilai tertinggi terjadi di titik 1 pada pagi hari di hari libur minggu ke-2 sebesar 9.734 $\mu g/Nm^3$ dan di titik 1 pada pagi hari di hari libur minggu ke-1 sebesar 7.558 $\mu g/Nm^3$. Hasil penelitian mengacu pada Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara. Kesimpulan penelitian ini yaitu kadar CO di terminal Beriman Tomohon berkisar 1.063-9.734 $\mu g/Nm^3$. Hal ini menunjukkan kualitas udara berdasarkan kadar CO masih baik sehingga dibutuhkan upaya untuk menjaga kualitas udara di terminal Beriman Tomohon.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian mengenai evaluasi kualitas udara karbon monoksida (CO) akibat lalu lintas kendaraan bermotor di kampus I UIN Sunan Ampel Surabaya merupakan penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah penelitian yang banyak dituntut menguakkan angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut, serta penampilan hasilnya (Arikunto, 2006). Dilihat dari segi tujuan, penelitian kuantitatif dipakai untuk menguji suatu teori, menyajikan suatu fakta atau mendeskripsikan statistik, dan untuk menunjukkan hubungan antar variabel (Subana & Sudrajat, 2005).

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas udara karbon monoksida, mengetahui korelasi antara lalu lintas kendaraan bermotor dengan konsentrasi karbon monoksida, dan korelasi antara temperatur udara dengan konsentrasi karbon monoksida di lingkungan kampus I UIN Sunan Ampel Surabaya.

Penelitian ini dilakukan atas dasar Firman Allah SWT dalam QS. Yunus ayat 101, sebagai berikut:

قُلِ ٱنظُرُواْ مَاذَا فِي ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلۡأَرۡضِۚ وَمَا تُغۡنِي ٱلۡأٓيَٰتُ وَٱلنُّذُرُ عَن قَوۡمٖ لَّا يُؤۡمِنُونَ ١٠١

Artinya:

Katakanlah: "Perhatikanlah apa yaag ada di langit dan di bumi. tidaklah bermanfaat tanda kekuasaan Allah dan Rasul-rasul yang memberi peringatan bagi orang-orang yang tidak beriman".

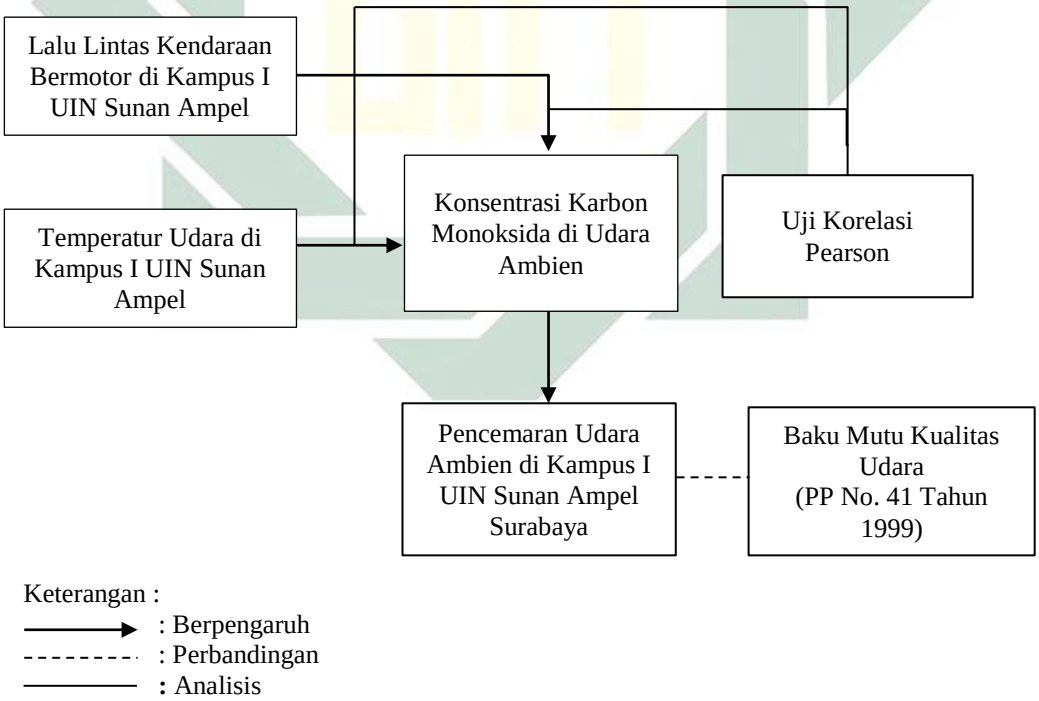
Berdasarkan Shihab (2002) dalam Tafsir Al Misbah, makna dari ayat ini yaitu mendorong umat manusia untuk mengembangkan ilmu pengetahun melalui kontemplasi, eksperimentasi, dan pengamatan. Serta, mengajak untuk menggali pengetahuan yang berhubungan dengan alam raya beserta isinya. Sebab, alam raya yang diciptakan untuk kepentingan manusia ini, hanya dapat dieksplorasi melalui pengamatan indrawi.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Dalam penelitian ini terdapat beberapa tahapan yang dilakukan yaitu pengumpulan data dan analisis data yang telah diperoleh. Hal ini dilakukan agar tujuan dari penelitian dapat terarah dengan baik. Metodologi ditetapkan berdasarkan tujuan penelitian yang akan dilakukan, sehingga dapat ditentukan metodologi yang sesuai.

3.2 Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka pikir penelitian adalah suatu diagram yang menjelaskan secara garis besar alur logika berjalannya sebuah penelitian. Kerangka pemikiran dibuat berdasarkan pertanyaan penelitian (*research question*), dan merepresentasikan suatu himpunan dari beberapa konsep serta hubungan diantara konsep-konsep tersebut (Polancik, 2009). Hal ini dilakukan agar hasil penelitian yang diperoleh sesuai dengan tujuan penelitian. Adapun kerangka pikir dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Kerangka pikir penelitian
(Sumber : Hasil Analisis, 2018)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.3 Variabel Penelitian

Adapun variabel-variabel dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Variabel bebas (*independent variable)* yaitu jumlah kendaraan bermotor dan temperatur udara.

b. Variabel terikat (*dependent variable)* yaitu konsentrasi gas karbon monoksida.

3.4 Definisi Operasional

Adapun definisi operasional dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Konsentrasi karbon monoksida (CO) di udara ambien

   Definisi : adalah angka yang menunjukkan kandungan karbon monoksida yang terdapat dalam udara ambien di lingkungan kampus I UIN Sunan Ampel Surabaya (dalam µg/Nm^3). Berdasarkan hasil pengukuran karbon monoksida menggunakan alat CO *analyzer*.

   Kriteria Obyektif :

   a. Memenuhi syarat

      Apabila rata-rata konsentrasi karbon monoksida (CO) di lingkungan kampus I UIN Sunan Ampel Surabaya tidak melebihi baku mutu udara nasional dalam Peraturan Pemerintah No. 41 tahun 1999 yaitu 30.000 µg/Nm^3.

   b. Tidak memenuhi syarat

      Apabila rata-rata konsentrasi karbon monoksida (CO) di lingkungan kampus I UIN Sunan Ampel Surabaya melebihi baku mutu udara nasional dalam Peraturan Pemerintah No. 41 tahun 1999 yaitu 30.000 µg/m^3.

2. Temperatur udara

   Definisi : adalah angka yang menunjukkan besarnya derajat panas udara atau dinginnya udara (dalam $^\circ$C) berdasarkan hasil pengukuran temperatur menggunakan alat CO *analyzer*.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3. Jumlah kendaraan bermotor

Definisi : adalah angka yang menunjukkan jumlah kendaraan bermotor (sepeda motor, mobil, dan bus) yang melintasi titik pengukuran selama 1 jam (dalam kendaraan).

3.5 Hipotesis Penelitian

Adapun hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. H0 : konsentrasi karbon monoksida (CO) di kampus I UIN Sunan Ampel Surabaya tidak melebihi atau sama dengan baku mutu udara ambien nasional dalam PP No. 41 tahun 1999 yaitu 30.000 $\mu g/Nm^3$.

   H1 : konsentrasi karbon monoksida (CO) di kampus I UIN Sunan Ampel Surabaya melebihi baku mutu udara ambien nasional dalam PP No. 41 tahun 1999 yaitu 30.000$\mu g/Nm^3$.

2. H0 : tidak ada hubungan antara temperatur udara dengan konsentrasi karbon monoksida (CO) di udara ambien kampus I UIN Sunan Ampel Surabaya.

   H1 : ada hubungan antara temperatur udara dengan konsentrasi karbon monoksida (CO) di udara ambien kampus I UIN Sunan Ampel Surabaya.

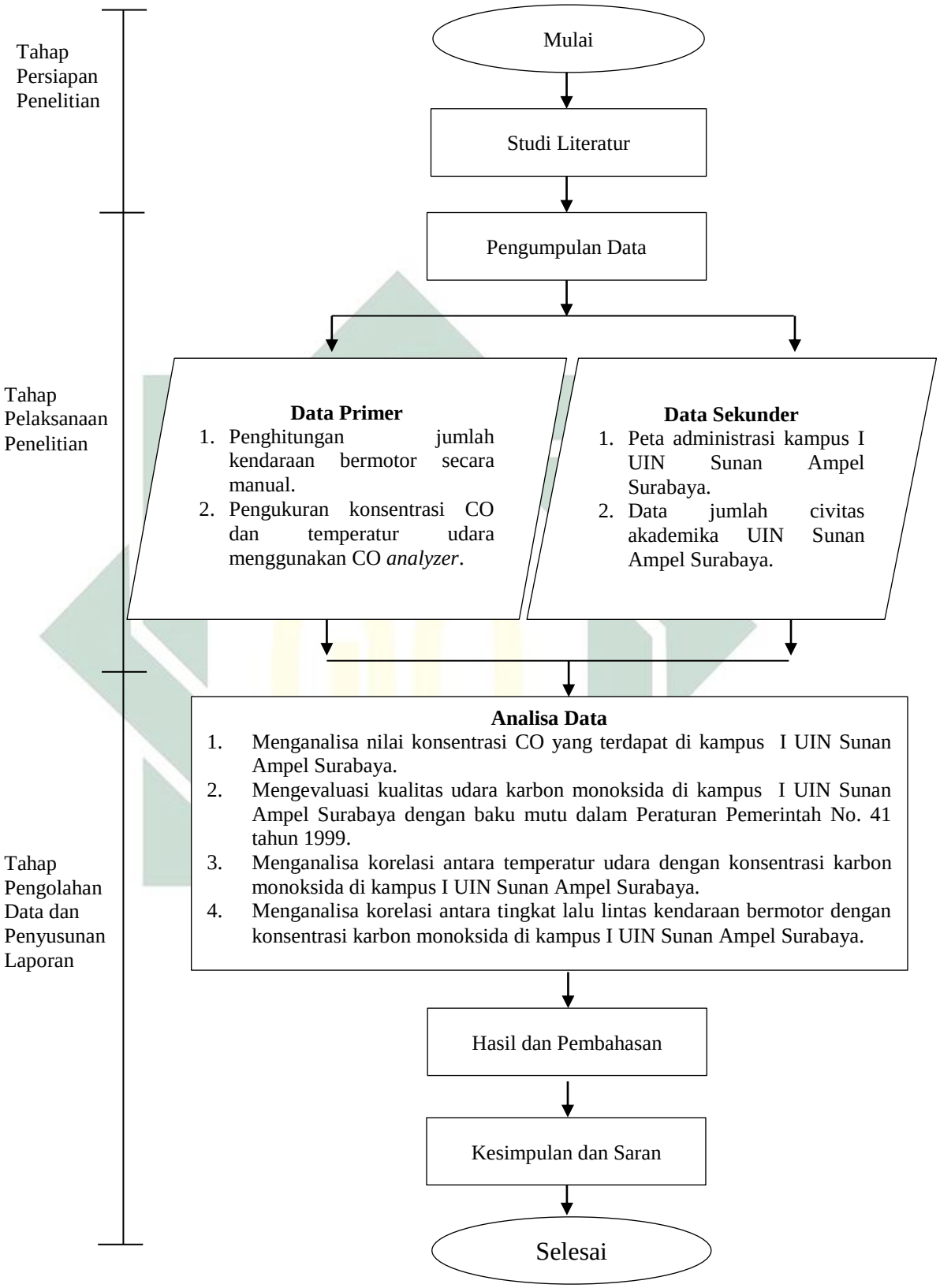
3. H0 : tidak ada hubungan antara lalu lintas kendaraan bermotor dengan konsentrasi karbon monoksida (CO) di udara ambien kampus I UIN Sunan Ampel Surabaya.

   H1 : ada hubungan antara lalu lintas kendaraan bermotor dengan konsentrasi karbon monoksida (CO) di udara ambien kampus I UIN Sunan Ampel Surabaya.

3.6 Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat tiga tahapan yang dilakukan yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap pengolahan data & penyusunan laporan. Adapun tahapan penelitian ini digambarkan dalam Gambar 3.2.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 3.2 Tahapan Penelitian

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.6.1 Tahap Persiapan Penelitian

Dalam tahap ini yang dilakukan adalah melakukan studi literatur terhadap obyek penelitian. Kemudian dilanjutkan dengan proses administrasi sampai diperoleh persetujuan pelaksanaan penelitian pada obyek tersebut.

3.6.2 Tahap Pelaksanaan Penelitian

1) Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di wilayah kampus I UIN Sunan Ampel. Pemilihan lokasi ini atas dasar bahwa pencemaran udara di tempat umum masih tinggi karena pertambahan jumlah kendaraan bermotor, dan perubahan temperatur udara di perkotaan. Selain itu, di wilayah kampus UIN Sunan Ampel belum pernah dilakukan penelitian yang sama.

2) Metode Pengumpulan Data

Dilakukan pengumpulan data yang dibedakan menjadi :

a) Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder dikumpulkan dari dokumen-dokumen dan referensi referensi yang ada. Pengumpulan data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Peta administrasi kampus UIN Sunan Ampel Surabaya.
2. Data jumlah civitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya.

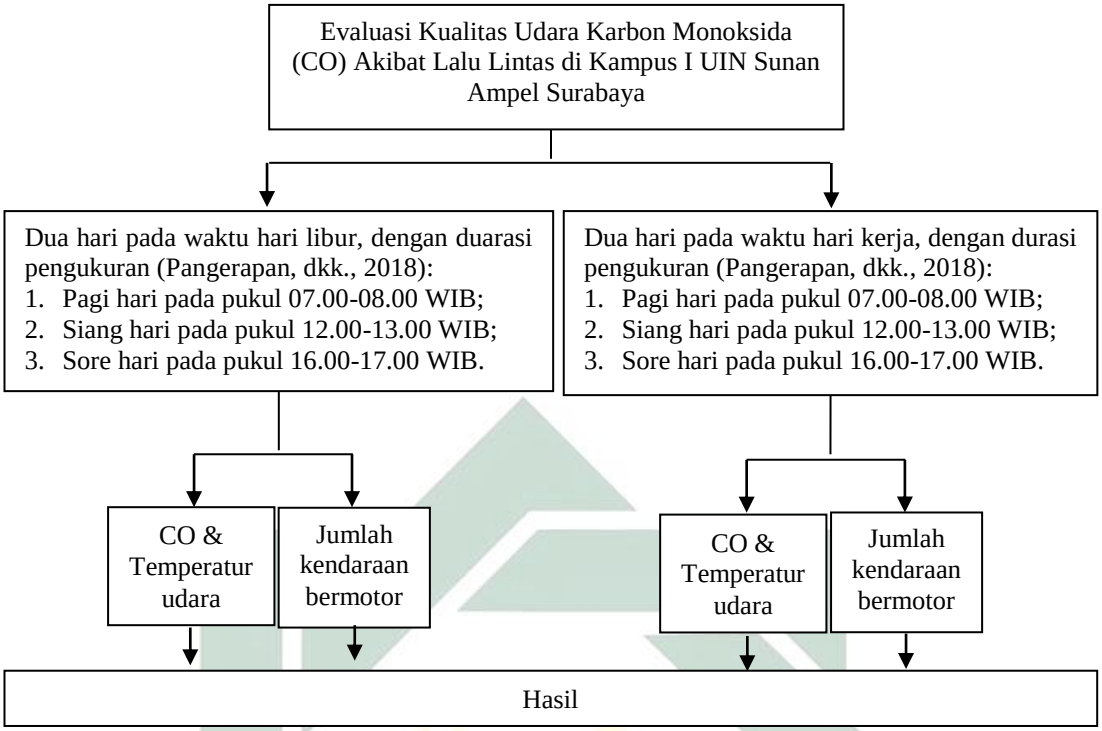
b) Pengumpulan Data Primer

Pengumpulan data primer dilakukan dengan analisis langsung di lokasi penelitian. Data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi:

1. Pengukuran konsentrasi CO di kampus I UIN Sunan Ampel Surabaya.
2. Pengukuran temperatur udara di kampus I UIN Sunan Ampel Surabaya.
3. Penghitungan lalu lintas kendaraan bermotor di kampus I UIN Sunan Ampel Surabaya.

Adapun skema kerja pengambilan data primer ditunjukkan pada Gambar 3.3.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 3.3 Skema Kerja Pengambilan Data Primer

3) Teknik Pengambilan Sampel

Dalam penelitian ini, sampel merupakan jumlah kendaraan bermotor, temperatur udara, dan konsentrasi karbon monoksida. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan metode *non-random sampling*. Pengambilan sampel secara non-random, dapat dilakukan dengan metode *convenience sampling*, *purposive sampling*, dan *snowball sampling*. Dalam penelitian ini digunakan metode purposive sampling.

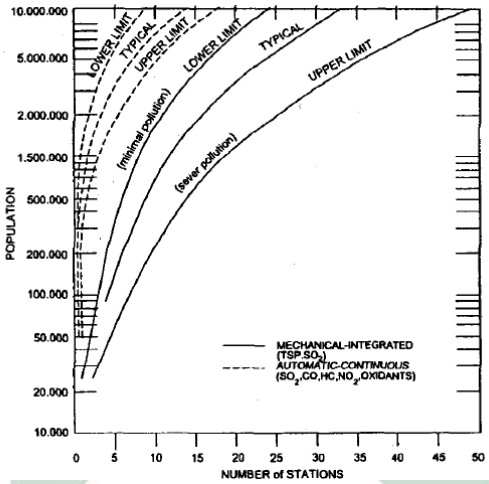
Purposive sampling, yaitu pengambilan sampel berdasarkan maksud dan tujuan tertentu (Sugiyono, 2009). Berdasarkan tujuan penelitian, maka ditetapkan kriteria lokasi pengambilan sampel sebagai berikut.

a. Area dengan konsentrasi pencemar tinggi.
b. Area dengan jumlah civitas akademik yang banyak.
c. Mewakili seluruh wilayah studi.

Jumlah lokasi pengambilan sampel ditentukan berdasarkan hasil pendekatan jumlah civitas akademik UIN Sunan Ampel dengan kurva aproksimasi jumlah lokasi pemantauan kualitas udara.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Kurva aproksimasi jumlah lokasi pemantauan kualitas udara tertera pada Lampiran VI Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 12 tahun 2010 yang ditunjukkan dalam Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Kurva aproksimasi jumlah lokasi pemantauan berdasarkan jumlah populasi untuk parameter CO
(Sumber : Lampiran VI Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 12 tahun 2010)

Jumlah civitas akademik UIN Sunan Ampel di setiap fakultas ditampilkan pada Tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3.1 Jumlah Civitas Akademik UIN Sunan Ampel tahun 2017

No.	Fakultas	Jumlah Civitas Akademik (Jiwa)
1	Adab dan Humaniora	1819
2	Dakwah dan Komunikasi	1878
3	Ekonomi dan Bisnis Islam	1721
4	Psikologi dan Ilmu Kesehatan	978
5	Ilmu Sosial dan Politik	1209
6	Sains dan Teknologi	1022
7	Syariah dan Hukum	1814
8	Tarbiyah dan Keguruan	3821
9	Ushuluddin dan Filsafat	1529
Jumlah		15.791

(Sumber: Laporan Biro AUPK, 2018)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Berdasarkan Tabel 3.1, jumlah civitas akademik yang ada di UIN Sunan Ampel tahun 2017 sebanyak 15.791 jiwa. Jumlah civitas akademik dianggap sebagai jumlah populasi yang akan digunakan untuk menentukan jumlah lokasi pemantauan kualitas udara.

Melalui hasil pendekatan dengan kurva aproksimasi jumlah lokasi pemantauan kualitas udara, maka didapatkan jumlah lokasi pemantauan (*sampling*) sebanyak 5 lokasi. Lokasi pengambilan sampel yang dipilih harus memenuhi kriteria yang telah ditentukan. Dari hasil pemilihan, didapatkan 5 lokasi pengambilan sampel yaitu sebagai berikut.

a. Titik 1 Gerbang Masuk Kampus

Gerbang masuk kampus merupakan satu-satunya akses untuk masuk ke dalam wilayah kampus I UIN Sunan Ampel. Pada titik ini diperkirakan menjadi area dengan konsentrasi pencemar CO yang tinggi, karena kendaraan bermotor yang akan memasuki kampus akan melintasi titik ini.

b. Titik 2 Gerbang Keluar Kampus

Gerbang keluar kampus merupakan satu-satunya akses untuk keluar dari kampus I UIN Sunan Ampel. Pada saat jam-jam puncak, antrian panjang motor akan terlihat di area ini sehingga diperkirakan terdapat konsentrasi CO yang tinggi.

c. Titik 3 Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

Titik 3 berada di samping jalan di depan gedung fakultas Tarbiyah dan Keguruan. Jalan ini merupakan akses jalan menuju gedung Auditorium, gedung fakultas Sains dan Teknologi, gedung SAC (*Self Acsess Centre*), dan gedung Asrama Putri. Sehingga, titik ini dapat mewakili civitas akademik yang ada di fakultas Sains dan Teknologi. Serta, aktivitas civitas akademik yang banyak di titik ini, diperkirakan menyebabkan konsentrasi CO yang tinggi.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

d. Titik 4 Fakultas Ushuluddin dan Filsafat

Titik pengamatan di fakultas Ushuluddin dan Filsafat berada di samping jalan di depan gedung B fakultas Ushuluddin dan Filsafat. Jalan ini merupakan akses jalan menuju gedung fakultas Adab dan Humaniora, gedung fakultas Psikologi dan Kesehatan, gedung fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam, gedung LPPM, dan gedung fakultas Ilmu Sosisal dan Politik. Serta, gedung fakultas Dakwah dan Komunikasi. Diperkirakan akan banyak aktivitas civitas akademik yang melalui titik ini yang menyebabkan tingginya konsentrasi pencemar CO.

e. Titik 5 Pertigaan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam

Titik pengamatan di pertigaan fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam berada di samping jalan pertigaan gedung fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam, dan gedung fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik. Kemudian, titik ini juga merupakan akses jalan bagi civitas akademik yang akan menuju gedung fakultas Dakwah dan Komunikasi. Sehingga diperkirakan akan terdapat aktivitas civitas akademik di ketiga fakultas tersebut yang melalui titik ini dan menyebabkan tingginya konsentrasi CO. Pada Gambar 3.5 ditunjukkan peta lokasi pengambilan sampel.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gambar 3.5 Titik pengambilan sampel

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pengambilan sampel dilakukan selama 4 hari, yaitu 2 hari libur dan 2 hari kerja sesuai dengan penelitian sebelumnya oleh Pangerapan, dkk (2018). Pengambilan sampel dilakukan di 3 waktu berbeda dengan durasi satu jam pada setiap titik. Tiga waktu pengambilan sampel tersebut adalah sebagai berikut

a. Pagi hari pada pukul 07.00-08.00 WIB
b. Siang hari pada pukul 12.00-13.00 WIB
c. Sore hari pada pukul 16.00-17.00 WIB

Waktu pengambilan sampel yang dilakukan pada 3 bagian waktu yaitu pagi, siang, dan sore sesuai dengan Pedoman Teknis Pemantauan Kualitas Udara Ambien dalam Lampiran VI Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 12 tahun 2010. Selain itu, di setiap waktu memiliki perbedaan dalam aktivitas kampus sehingga diasumsikan akan mempengaruhi lalu lintas kendaraan bermotor di lingkungan kampus. Selain itu, pada ketiga waktu tersebut terdapat perbedaan temperatur udara karena adanya pengaruh penyinaran matahari. Perbedaan tersebut diasumsikan dapat menunjukkan hasil konsentrasi karbon monoksida di udara ambien yang tidak sama tiap waktunya.

Pada Titik 1 Gerbang Masuk dan Titik 2 Gerbang Keluar dilakukan pengukuran konsentrasi CO dan parameter meteorologi yaitu temperatur udara. Serta dilakukan penghitungan lalu lintas untuk mengetahui jumlah kendaraan yang masuk dan keluar dari kampus. Adapun jenis kendaraan bermotor yang dihitung adalah sepeda motor, mobil, dan bus.

Sedangkan untuk Titik 3, Titik 4, dan Titik 5 hanya dilakukan pengukuran konsentrasi CO dan temperatur udara. Metode pengambilan sampel yang dilakukan dalam penelitian adalah sebagai berikut.

A. Pengambilan data konsentrasi karbon monoksida (CO) dan temperatur udara

Dalam penelitian ini, metode pengukurankonsentrasi karbon monoksida (CO) dalam udara ambien dan temperatur udara di lingkungan kampus I UIN Sunan Ampel dilakukan dengan metode *direct reading* (*real time sampling*). Metode ini menggunakan alat ukur untuk mengetahui secara langsung konsentrasi karbon monoksida dan temperatur udara. Alat ini menggunakan sistem sensor berdasarkan dari sifat kimia dan fisik dari kontaminan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah CO *Analyzer* merek Bacharach Monoxor Plus yang ditunjukkan pada Gambar 3.6. Monoxor Plus adalah alat analisa karbon monoksida (CO) *portable* genggam yang digunakan untuk mendeteksi dan menampilkan konsentrasi gas CO antara 0 dan 2000 ppm. Alat analisa ini mampu menguji CO di udara ruangan dan di dalam aliran gas buang dari tungku dan boiler berbahan bakar fosil.

Gambar 3.6 CO *Analyzer*
(Sumber : mybacharach.com, 2018)

Adapun spesifikasi alat CO *analyzer* adalah sebagaimana disajikan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Spesifikasi Alat *Carbon Monoxide Analyzer*

Parameter Pengukuran	Deskripsi
CO	0 hingga 2000 ppm
Temperatur	-20° hingga 650° C
Display	Graphic LCD dengan backlight
Tenaga	4x baterai AA
Lama waktu hidup	Minimum 20 jam (baterai alkaline)
Dimensi alat (H x W x D)	20.3 cm x 9.1 cm x 5.8 cm)
Berat	0,45 kg (termasuk baterai)
Kondisi pengoperasian	-5° hingga 45° C, 15 hingga 95% RH (non-kondensasi), 1 ATM ± 10%
Waktu pemanasan	30 hingga 60 detik
Memori	10 lokasi
Sensor	CO : Electrochemical (P/N: 0024-7265) Temperatur : K-Type thermocouple
Jalur komunikasi	USB 2.0 (mini-B), IrDA

(Sumber: Monoxor Plus *user manual*, 2018)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Prinsip kerja dari alat ini adalah alat akan mendeteksi dan menampilkan keberadaan CO dalam sampel gas yang pertama kali ditangkap oleh alat dari area yang diuji. Sampel gas selanjutnya diarahkan ke ruang sensor di mana sampel dianalisis untuk mengetahui keberadaan CO. Jika CO terdeteksi, tingkat CO (dalam ppm) ditampilkan dalam layar (Monoxor Plus *user manual*, 2018).

Jenis sensor yang digunakan pada Monoxor Plus CO *analyzer* adalah sensor elektrokimia. Sensor elektrokimia akan beroperasi saat terjadi reaksi dengan gas yang diinginkan (dianalisis) dan menghasilkan sinyal listrik sebanding dengan konsentrasi gas. Sebuah sensor elektrokimia yang khas terdiri dari *sensing electrode* (elektroda kerja), dan *counter electrode* yang dipisahkan oleh lapisan tipis elektrolit. Gas yang bersentuhan dengan sensor terlebih dahulu melewati bukaan tipe kapiler kecil dan kemudian berdifusi melalui penghalang hidrofobik, dan akhirnya mencapai permukaan elektroda (Chou, 1999).

Gas yang berdifusi melalui penghalang bereaksi pada permukaan *sensing electrode* yang melibatkan baik mekanisme oksidasi atau reduksi. Reaksi-reaksi ini dikatalisasi oleh bahan elektroda yang secara khusus dikembangkan untuk gas yang diinginkan. Dengan resistor terhubung di seluruh elektroda, arus sebanding dengan konsentrasi gas mengalir antara anoda dan katoda. Arus dapat diukur untuk menentukan konsentrasi gas (Chou, 1999).

Prosedur pengukuran karbon monoksida (CO) di udara ambien menggunakan Monoxor Plus CO *analyzer* adalah sebagai berikut :

a. Pasang probe pada alat.
b. Aktifkan Monoxor Plus di lingkungan dengan udara bersih dan tunggu inisialisasi selesai.
c. Verifikasi inisialisasi yang berhasil (tidak ada kesalahan).
d. Periksa status baterai. Jika masa pakai baterai dipertanyakan, gantilah baterai.
e. Pindahkan instrumen ke lokasi target yang akan diuji.
f. Gunakan panah ke bawah untuk menyorot Tes CO Ambien dan tekan tombol ENTER .
g. Ikuti petunjuk dilayar untuk memulai tes.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

B. Pengambilan data lalu lintas kendaraan bermotor

Dalam penelitian ini, pengambilan data lalu lintas kendaran bermotor dilakukan dilakukan secara manual, yaitu mencatat setiap kendaraan bermotor yang melintasi titik pengamatan sehingga akan diperoleh jumlah kendaran bermotor di setiap waktu. Penghitungan kendaraan bermotor digolongkan berdasarkan jenis kendaraan bermotor. Pemilihan kendaraan bermotor yang diamati didasarkan pada kendaraan bermotor yang umum digunakan oleh civitas akademik dan dapat berlalu lintas di kampus I UIN Sunan Ampel. Jenis kendaraan bermotor tersebut yaitu:

a. Sepeda motor
b. Mobil
c. Bus

3.6.3 Tahap Pengolahan Data dan Penyusunan Laporan

Tahap penyusunan laporan yaitu melaporkan semua hasil penelitian mengenai evaluasi kualitas udara karbon monoksida (CO) akibat lalu lintas kendaraan bermotor di kampus I UIN Sunan Ampel Surabaya. Data konsentrasi karbon monoksida, temperatur udara, dan jumlah kendaraan yang telah didapat dianalisis dengan menggunakan metode deskriptif dan statistik. Selanjutnya dilakukan evaluasi kualitas udara ambien kampus I UIN Sunan Ampel. Evaluasi kualitas udara dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran konsentrasi karbon monoksida dengan standar kualitas udara ambien yang berlaku di Indonesia.

Standar kualitas udara ambien nasional ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah RI No. 41 tahun 1999. Dalam peraturan tersebut ditetapkan nilai maksimal konsentrasi karbon monoksida di udara ambien yaitu 30.000 $\mu g/Nm^3$. Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Analisis deskriptif

Analisis deskriptif digunakan untuk menjelaskan keterkaitan jumlah kendaraan bermotor, dan temperatur udara dengan konsentrasi karbon monoksida.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Serta, kualitas udara ambien di lingkungan kampus I UIN Sunan Ampel ditinjau dari PP RI No. 41 tahun 1999. Analisis deskriptif menggunakan grafik dan gambar untuk mempermudah dalam pembahasannya.

2. Analisis statistik

Analisis statistik digunakan untuk membuktikan hipotesis secara pasti. Analisis yang digunakan adalah uji korelasi dengan taraf signifikasi α = 0,01 atau derajat kepercayaan sebesar 99%. Analisis hubungan (korelasi) adalah suatu bentuk analisis data dalam penelitian yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan atau bentuk arah hubungan di antara dua variabel atau lebih, dan besarnya pengaruh yang disebabkan oleh variabel yang satu (variabel bebas) terhadap variabel lainnya (variabel terikat) (Siregar, 2017).

Pada penelitian ini, variabel yang diteliti merupakan data interval maka teknik statistik yang digunakan adalah *Pearson Correlation Product Moment*. Analisis *Pearson Product Moment* dapat dilakukan pada data yang memenuhi kriteria sebagai berikut (Sugiyono, 2013) :

1) Data yang dianalisis berupa data kuantitatif.
2) Data berskala interval.
3) Data berdistribusi normal

Penentuan koefisien korelasi dengan menggunakan korelasi *Pearson Product Moment* menggunakan rumus sebagai berikut.

$$r_{xy} = \frac{n(\sum x_i y_i) - (\sum x_i \,.\, \sum y_i)}{\sqrt{\{n \sum {x_i}^2 - (\sum x_i)^2\}\{n \sum {y_i}^2 - (\sum y_i)^2\}}}$$

Keterangan :

r_{xy} = Koefisien korelasi pearson

x_i = Variabel bebas

y_i = Variabel terikat

n = banyak sampel

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pada hakikatnya nilai *r* dapat bervariasi dari -1 hingga +1, atau secara matematis dapat ditulis menjadi $-1 \leq r \leq +1$. Hasil dari perhitungan akan memberikan tiga alternatif, yaitu:

1. Bila $r = 0$ atau mendekati 0, maka korelasi antar kedua variabel sangat lemah atau tidak terdapat hubungan antara variabel X terhadap variabel Y.
2. Bila $r = +1$ atau mendekati +1, maka korelasi antar kedua variabel adalah kuat dan searah, dikatakan positif.
3. Bila $r = -1$ atau mendekati -1, maka korelasi antar kedua variabel adalah kuat dan berlawanan arah, dikatakan negatif.

Dalam penelitian ini, uji korelasi *Pearson Product Moment* dilakukan dengan menggunakan program SPSS 16. Dasar pengambilan keputusan dalam uji korelasi *Pearson Product Moment* dapat dilakukan dengan melihat nilai output "*Pearson Correlation Test*" hasil olah data dengan SPSS 16. Jika nilai Asymp.Sig menunjukkan nilai kurang dari 0,01, maka terdapat hubungan yang signifikan antar variabel uji, dan sebaliknya.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Kondisi Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan untuk mengetahui kualitas udara ambien di lingkungan kampus I UIN Sunan Ampel Surabaya ditinjau dari kualitas karbon monoksida. Serta, untuk mengetahui hubungan lalu lintas kendaraan bermotor dan temperatur udara dengan kadar karbon monoksida.

Kampus I UIN Sunan Ampel berlokasi di Jalan Ahmad Yani No. 117 Surabaya. Berada di wilayah administratif kecamatan Wonocolo. Lokasi pengambilan sampel dipilih berdasarkan kriteria yang ditentukan, yaitu area dengan konsentrasi pencemar tinggi, area dengan jumlah civitas akademik yang banyak, dan mewakili seluruh wilayah studi. Berdasarkan laporan Biro AUPK UIN Sunan Ampel, jumlah civitas akademik di setiap fakultas meningkat setiap tahunnya, hal ini dapat dilihat pada Tabel 4.1 yaitu tabel jumlah civitas akademik tahun 2016-2017.

Tabel 4.1 Jumlah Civitas AkademikUIN Sunan Ampel tahun 2016-2017

No.	Fakultas	Jumlah Civitas Akademik (Jiwa)	
		Tahun 2016	Tahun 2017
1	Adab dan Humaniora	1578	1819
2	Dakwah dan Komunikasi	1712	1878
3	Ekonomi dan Bisnis Islam	1653	1721
4	Psikologi dan Ilmu Kesehatan	833	978
5	Ilmu Sosial dan Politik	949	1209
6	Sains dan Teknologi	980	1022
7	Syariah dan Hukum	1790	1814
8	Tarbiyah dan Keguruan	3661	3821
9	Ushuluddin dan Filsafat	1489	1529
Jumlah		14645	15791

(Sumber: Laporan Biro AUPK, 2018)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Selaras dengan pertambahan jumlah civitas akademik, jumlah kendaraan bermotor di lingkungan kampus I UIN Sunan Ampel juga bertambah. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 4.2 yaitu tabel jumlah kendaraan bermotor di UIN Sunan Ampel tahun 2016-2017.

Tabel 4.2 Jumlah Kendaraan Bermotor di UIN Sunan Ampel tahun 2016-2017

No.	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan (Buah)	
		Tahun 2016	Tahun 2017
1	Sepeda Motor	8159	9956
2	Mobil	556	707
3	Bus	3	5

(Sumber: Laporan Biro AUPK, 2018)

Berdasarkan kriteria lokasi pengambilan sampel, terdapat 5 titik yang memenuhi kriteria. Adapun lokasi 5 titik tersebut adalah sebagai berikut :

a. Titik 1 Gerbang Masuk Kampus
b. Titik 2 Gerbang Keluar Kampus
c. Titik 3 Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
d. Titik 4 Fakultas Ushuluddin dan Filsafat
e. Titik 5 Pertigaan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam

Gerbang masuk kampus merupakan satu-satunya gerbang untuk masuk ke dalam wilayah kampus I UIN Sunan Ampel. Titik ini berlokasi di titik koordinat S = 7°19'23.7" dan E = 112°43'59.1". Pada saat memasuki wilayah kampus, terdapat palang penghalang otomatis (*barrier gate*) yang bertujuan untuk mengatur kendaraan yang akan memasuki kampus. Palang ini akan membuka dan menutup secara otomatis. Palang akan membuka dengan menekan tombol buka yang berwarna hijau, kemudian palang akan menutup sesaat setelah kendaraan melewati palang. Kondisi eksisiting di Titik 1 (gerbang masuk kampus) dapat dilihat pada Gambar 4.1.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gambar 4.1 Kondisi eksisting di titik 1 (gerbang masuk kampus)
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2018)

Gerbang keluar kampus juga merupakan satu-satunya akses untuk keluar dari wilayah kampus I UIN Sunan Ampel. Titik ini berlokasi di titik koordinat S = 7°19'23.7" dan E = 112°43'59.1". Saat kendaraan bermotor ingin keluar wilayah kampus, terdapat dua akses jalan berbeda untuk motor dan kendaraan roda 4. Akses jalan motor harus memutar melalui jalan sebelah selatan gedung *Sport Centre*, dan sebelum keluar kampus, di depan gedung *Sport Centre* terdapat pemeriksaan STNK (Surat Tanda Nomer Kendaraan) oleh satpam.

Pada saat jam-jam puncak, antrian panjang motor akan terlihat di area ini. Sedangkan untuk akses keluar mobil atau kendaraan roda 4 dapat langsung keluar menuju gerbang keluar kampus. Kondisi eksisiting di titik gerbang keluar kampus dapat dilihat pada Gambar 4.2.

Gambar 4.2 Kondisi eksisting di Titik 2 (gerbang keluar kampus)
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2018)

Titik pengamatan di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan berada di samping jalan di depan gedung fakultas Tarbiyah dan Keguruan. Titik ini berlokasi di koordinat S = 7°19'16.4" dan E = 112°44'04.0".

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Jalan di depan gedung fakultas Tarbiyah dan Keguruan merupakan akses jalan menuju gedung Auditorium, gedung fakultas Sains dan Teknologi, gedung SAC (*Self Acsess Centre*), dan gedung Asrama Putri. Kondisi eksisiting di Titik 3 (fakultas Tarbiyah dan Keguruan) dapat dilihat pada Gambar 4.3.

Gambar 4.3 Kondisi eksisting di Titik 3 (fakultas Tarbiyah dan Keguruan)
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2018)

Titik pengamatan di fakultas Ushuluddin dan Filsafat berada di samping jalan di depan gedung B fakultas Ushuluddin dan Filsafat. Jalan ini merupakan akses jalan menuju gedung fakultas Adab dan Humaniora, gedung fakultas Psikologi dan Kesehatan, gedung fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam, gedung LPPM, gedung fakultas Ilmu Sosisal dan Politik, dan gedung fakultas Dakwah dan Komunikasi. Titik ini berlokasi di koordinat S = 7°19'20.5" dan E = 112°44'05.4". Kondisi eksisiting di Titik 4 (fakultas Ushuluddin dan Filsafat) dapat dilihat pada Gambar 4.4.

Gambar 4.4 Kondisi eksisting di Titik 4 (fakultas Ushuluddin dan Filsafat)
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2018)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Titik pengamatan di pertigaan fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam berada di samping jalan pertigaan. Di sebelah selatan titik ini merupakan gedung fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam, dan di sebelah utara titik ini merupakan gedung fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik. Titik ini berlokasi di koordinat S = 7°19'18.7" dan E = 112°44'07.7".

Kemudian, titik ini juga merupakan akses jalan bagi civitas akademik yang akan menuju gedung fakultas Dakwah dan Komunikasi. Kondisi eksisiting di Titik 5 (pertigaan fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam) dapat dilihat pada Gambar 4.5.

Gambar 4. 5 Kondisi eksisting di Titik 5 (pertigaan fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam)
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2018)

4.1.2 Hasil Pengukuran Lalu Lintas Kendaraan Bermotor di Lingkungan Kampus I UIN Sunan Ampel

Survei lalu lintas kendaraan bermotor dilaksanakan pada hari Sabtu tanggal 27 Oktober 2018 sampai hari Selasa tanggal 30 Oktober 2018. Survei dilakukan secara manual dengan mencatat di buku catatan setiap kendaraan bermotor yang melintasi titik pengamatan. Survei dilakukan selama 1 jam pada waktu pagi hari pukul 07.00-08.00 WIB, siang hari pukul 13.00-14.00 WIB, dan sore hari pukul 16.00-17.00 WIB.

Waktu dan durasi pengukuran dilakukan sesuai dengan Lampiran VI Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 12 tahun 2010 mengenai Pedoman Teknis Pemantauan Kualitas Udara Ambien, dan penelitian yang telah dilakukan oleh Pangerapan, dkk (2018).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pertimbangan pemilihan waktu survei pada jam-jam tersebut dikarenakan di setiap jam-jam tersebut memiliki perbedaan dalam aktivitas kampus yang akan mempengaruhi lalu lintas kendaraan bermotor di lingkungan kampus. Kendaraan bermotor yang dihitung adalah sepeda motor, mobil, dan bus. Adapun hasil survei kendaraan bermotor adalah sebagai berikut.

a. Waktu survei pagi hari

Hasil survei lalu lintas kendaraan bermotor yang melintasi titik pengamatan pada waktu pagi hari yaitu pukul 07.00-08.00 WIB selama 4 hari adalah sebagai berikut. Tabel 4.3 menunjukkan hasil survei lalu lintas kendaraan bermotor pada pagi hari.

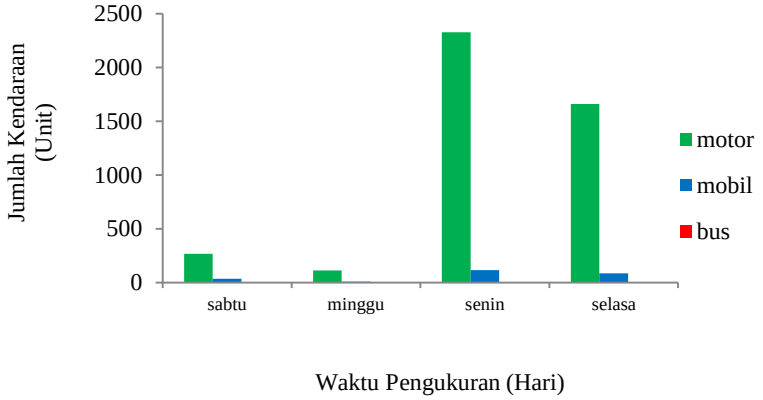
Tabel 4.3 Hasil Survei Lalu Lintas Kendaraan Bermotor pada Pagi Hari

Hari	Titik 1	Titik 2	Total (unit)	Rata-rata unit/hari)
Sabtu	213	91	304	152
Minggu	71	52	123	62
Senin	1807	635	2442	1221
Selasa	1344	407	1751	876

(Sumber: Hasil Penelitian, 2019)

Pada Tabel 4.3, lalu lintas kendaraan bermotor pada pagi hari terpadat terjadi di hari Senin dengan jumlah kendaraan bermotor sebesar 2.442 unit, dan rata-rata kendaraan bermotor yang melintas sebanyak 1.221 unit/ hari. Sedangkan, lalu lintas kendaraan bermotor pada pagi hari terlenggang terjadi di hari Minggu dengan jumlah kendaraan bermotor sebesar 123 unit, dan rata-rata sebesar 62 unit/ hari. Grafik lalu lintas kendaraan bermotor berdasarkan jenis kendaraan pada pagi hari ditampilkan pada Gambar 4.6.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.6 Grafik lalu lintas kendaraan bermotor berdasarkan jenis kendaraan pada pagi hari
(Sumber: Hasil Penelitian, 2019)

Pada Gambar 4.6, berdasarkan jenis kendaraan yang melintas, pada hari Senin jumlah motor sebanyak 2.327 unit, dan mobil sebanyak 115 unit. Rincian jenis kendaraan bermotor yang melintas pada hari Minggu adalah motor sebanyak 114 unit, mobil sebanyak 8 unit, dan bus sebanyak 1 unit.

Aktivitas kendaraan bermotor di lingkungan kampus tidak terlepas oleh aktivitas civitas akademik. Pada akhir pekan/ hari libur (Sabtu dan Minggu) tidak terjadi aktivitas perkuliahan. Sehingga tidak banyak kendaraan bermotor yang memasuki kampus dan lalu lintas menjadi lenggang. Sedangkan, sebaliknya pada hari kerja (senin dan selasa) merupakan hari aktif perkuliahan.

Kegiatan perkuliahan di UIN Sunan Ampel dimulai pukul 07.00 WIB. Sehingga, pada jam tersebut mulai banyak civitas akademik yang memasuki kampus. Hal tersebut berpengaruh terhadap aktivitas kendaraan bermotor. Semakin banyak civitas akademik yang memasuki kampus maka lalu lintas kendaraan bermotor akan semakin padat.

b. Waktu survei siang hari

Hasil survei lalu lintas kendaraan bermotor yang melintasi titik pengamatan pada waktu siang hari yaitu pukul 13.00-14.00 WIB selama 4 hari adalah sebagai berikut. Tabel 4.4 menunjukkan hasil survei lalu lintas kendaraan bermotor pada siang hari.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

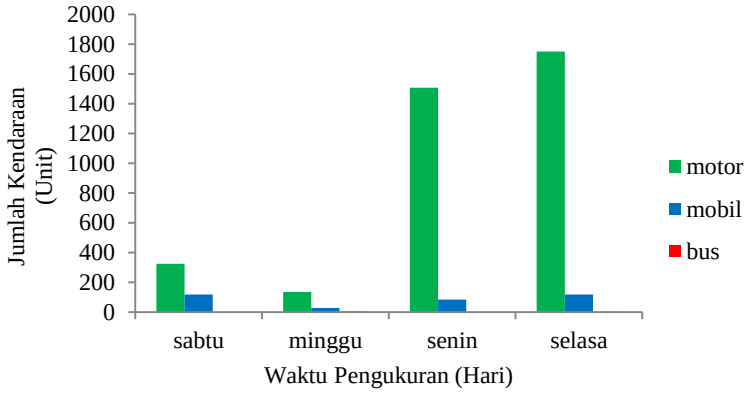
Tabel 4.4 Hasil Survei Lalu Lintas Kendaraan Bermotor pada Siang Hari

Hari	Titik 1	Titik 2	Total (unit)	Rata-rata (unit /hari)
Sabtu	221	221	442	221
Minggu	81	84	165	83
Senin	580	1010	1590	795
Selasa	718	1153	1871	936

(Sumber: Hasil Penelitian, 2019)

Pada Tabel 4.4 menunjukkan lalu lintas kendaraan bermotor pada siang hari terpadat terjadi di hari Selasa dengan jumlah kendaraan bermotor sebesar 1.871 unit, dan rata-rata 936 unit/ hari. Sedangkan, lalu lintas kendaraan bermotor pada siang hari terlenggang terjadi di hari Minggu dengan jumlah kendaraan bermotor sebesar 165 unit, dan rata-rata sebesar 83 unit/ hari.

Gambar 4.7 menampilkan grafik lalu lintas kendaraan bermotor berdasarkan jenis kendaraan pada siang hari.



Gambar 4.7 Grafik lalu lintas kendaraan bermotor berdasarkan jenis kendaraan pada siang hari
(Sumber: Hasil Penelitian, 2019)

Berdasarkan Gambar 4.7, rincian jenis kendaraan yang melintas pada hari Selasa adalah jumlah motor sebanyak 1.751 unit, mobil sebanyak 118 unit, dan bus sebanyak 2 unit.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Rincian jenis kendaraan bermotor yang melintas pada hari Minggu adalah motor sebanyak 134 unit, mobil sebanyak 28 unit, dan bus sebanyak 3 unit. Pada siang hari, aktivitas kendaraan bermotor di kampus UIN Sunan Ampel juga tidak terlepas dari aktivitas civitas akademik.

c. Waktu survei sore hari

Hasil survei lalu lintas kendaraan bermotor yang melintasi titik pengamatan pada waktu sore hari yaitu pukul 16.00-17.00 WIB selama 4 hari adalah sebagai berikut. Tabel 4.5 menunjukkan hasil survei lalu lintas kendaraan bermotor pada sore hari.

Tabel 4.5 Hasil Survei Lalu Lintas Kendaraan Bermotor pada Sore Hari

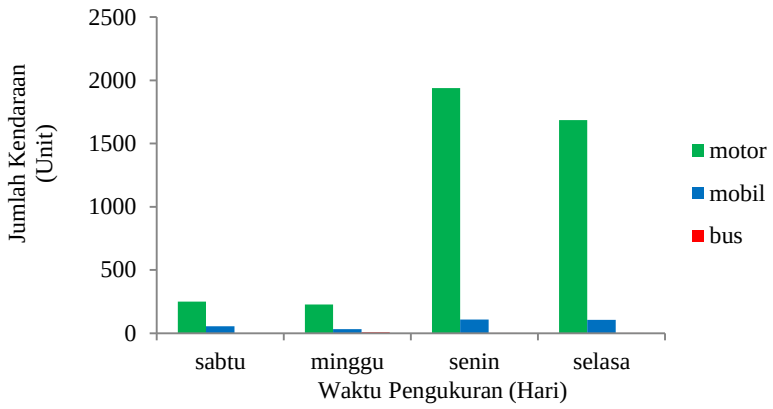
Hari	Titik 1	Titik 2	Total (unit /jam)	Rata-rata (unit /hari)
Sabtu	111	194	305	153
Minggu	115	151	266	133
Senin	619	1431	2050	1025
Selasa	544	1250	1794	897

(Sumber: Hasil Penelitian, 2019)

Pada Tabel 4.5, lalu lintas kendaraan bermotor pada sore hari terpadat terjadi di hari Senin dengan jumlah kendaraan bermotor sebesar 2.050 unit, dan rata-rata sebesar 1.025 unit/ hari. Sedangkan, lalu lintas kendaraan bermotor pada sore hari terlenggang terjadi di hari Minggu dengan jumlah kendaraan bermotor sebesar 266 unit, dan rata-rata sebesar 133 unit/ hari.

Gambar 4.8 menampilkan grafik lalu lintas kendaraan bermotor berdasarkan jenis kendaraan pada sore hari.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.8 Grafik lalu lintas kendaraan bermotor berdasarkan jenis kendaraan pada sore hari
(Sumber: Hasil Penelitian, 2019)

Pada Gambar 4.8 menunjukkan rincian jenis kendaraan yang melintas pada hari Senin adalah jumlah motor sebanyak 1.939 unit, mobil sebanyak 109 unit, dan bus sebanyak 2 unit. Rincian jenis kendaraan bermotor yang melintas pada hari Minggu adalah motor sebanyak 228 unit, mobil sebanyak 31 unit, dan bus sebanyak 7 unit.

Lalu lintas kendaraan bermotor di kampus UIN Sunan Ampel tidak terlepas dari aktivitas civitas akademik. Survei lalu lintas yang dilakukan pada sore hari bertepatan dengan jam pulang kantor yaitu pukul 16.00-17.00 WIB. Serta, kegiatan perkuliahan di UIN Sunan Ampel sebagian besar telah selesai pada jam tersebut. Sehingga, membuat lalu lintas kendaraan bermotor menjadi padat, terutama di titik pintu keluar. Lalu lintas di pintu keluar ditunjukkan oleh Gambar 4.9.

Gambar 4.9 Kepadatan lalu lintas di titik pintu keluar
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.1.3 Hasil Pengukuran Konsentrasi Karbon Monoksida di Udara Ambien Kampus I UIN Sunan Ampel

Pengukuran konsentrasi karbon monoksida (CO) di udara ambien kampus I UIN Sunan Ampel dilaksanakan pada hari Sabtu tanggal 27 Oktober 2018 sampai dengan hari Selasa tanggal 30 Oktober 2018. Pengukuran konsentrasi CO dilakukan dengan menggunakan alat CO *analyzer* pada waktu pagi, siang dan sore hari dengan durasi pengukuran 1 jam. Pengukuran dilakukan di 5 titik.

Waktu dan durasi pengukuran konsentrasi CO dilakukan sesuai dengan Lampiran VI Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 12 tahun 2010 mengenai Pedoman Teknis Pemantauan Kualitas Udara Ambien, dan penelitian yang telah dilakukan oleh Pangerapan, dkk pada tahun 2018.

Hasil pengukuran konsentrasi CO di udara ambien dalam satuan ppm (*part per million*), kemudian hasil tersebut dikonversi ke dalam satuan µg/Nm^3 (mikrogram per newton meter kubik). Konversi konsentrasi CO dari satuan ppm ke µg/Nm^3 dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$C_2\ (\mu g/Nm^3) = \frac{C_1\ (ppm) \times BM}{24{,}45} \times 1.000$$

Keterangan :

C_2 = konsentrasi CO dalam udara ambien (µg/Nm^3)

C_1 = konsentrasi CO dalam udara ambien hasil pengukuran (ppm)

BM = berat molekul CO (C = 12, O = 16)

24,45 = volume gas pada kondisi normal 25 ºC, 760 mmHg (L)

1000 = konversi dari miligram ke mikrogram

Adapun contoh perhitungan konversi konsentrasi CO di Titik 1 dari satuan ppm ke µg/Nm^3 pada waktu pengukuran pagi hari di hari Sabtu adalah sebagai berikut.

CO Titik 1 $= \frac{4\ ppm \times 28}{24{,}45} \times 1.000$

$= 4.581\ \mu g/Nm^3$

Adapun hasil pengukuran konsentrasi CO di udara ambien kampus selama 4 hari adalah sebagai berikut.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

a. Waktu pengukuran pagi hari

Hasil pengukuran konsentrasi karbon monoksida di udara ambien pada waktu pagi hari yaitu pukul 07.00-08.00 WIB selama 4 hari disajikan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Konsentrasi Karbon Monoksida pada Pagi Hari

Waktu Pengukuran	Konsentrasi Karbon Monoksida ($\mu g/Nm^3$)					Rata-Rata/Hari
	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5	
Sabtu	4.581	1.145	0	0	0	1.145
Minggu	9.162	0	0	0	0	1.832
Senin	35.501	22.904	0	1.145	9.162	13.742
Selasa	71.002	20.613	1.145	5.726	8.016	21.301

(Sumber: Hasil Penelitian, 2019)

Pada Tabel 4.6, konsentrasi CO di udara ambien selama 4 hari pengukuran di pagi hari didapatkan konsentrasi tertinggi didapatkan pada Titik 1. Di hari Sabtu konsentrasi CO sebesar 4.581 $\mu g/Nm^3$, hari Minggu sebesar 9.162 $\mu g/Nm^3$, hari Senin sebesar 35.501 $\mu g/Nm^3$, dan hari Selasa sebesar 71.002 $\mu g/Nm^3$. Titik 1 merupakan gerbang masuk kampus.

Adanya palang penghalang (*barrier gate*) pada gerbang masuk kampus menyebabkan kendaraan bermotor yang akan memasuki kampus harus berhenti (*idle*) untuk menekan tombol pembuka palang. Berhentinya kendaraan bermotor menyebabkan konsentrasi CO yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor lebih besar dibandingkan saat kendaraan berjalan. Pada waktu kendaraan bermesin bensin berjalan, gas CO yang dihasilkan adalah sekitar 1 % dan pada waktu berhenti (*idle*) adalah sekitar 7 % (Yulfida, Marsaulina, & Ashar, 2012). Selain itu, letak Titik 1 yang berdekatan dengan jalan raya Frontage Timur dan Jalan Ahmad Yani memungkinkan terjadinya pemaparan CO dari luar kampus.

Sedangkan konsentrasi CO di udara ambien terendah didapatkan pada Titik 3. Di hari Sabtu konsentrasi CO sebesar 0 $\mu g/Nm^3$, hari Minggu sebesar 0 $\mu g/Nm^3$, hari Senin sebesar 0 $\mu g/Nm^3$, dan hari Selasa sebesar 1.145 $\mu g/Nm^3$.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Titik 3 merupakan titik pengambilan sampel yang berada di jalan depan gedung fakultas Tarbiyah dan Keguruan.Rendahnya konsentrasi CO pada Titik 3 dapat disebabkan oleh adanya perbedaan aktivitas civitas akademik dan adanya ruang terbuka hijau.

Menurut penelitian Sa'iedah, (2018) mengenai ruang terbuka hijau (RTH) di kampus I UIN Sunan Ampel, pada Titik 3 terdapat ruang terbuka hijau dengan jenis vegetasi berupa pohon Trembesi, pohon Angsana, dan pohon Cemara. Ketiga pohon tersebut merupakan pohon-pohon yang memiiki daya serap CO yang tinggi. Satu pohon Angsana memiliki daya serap CO sebesar 0,0978 kg/jam. Satu pohon Trembesi memiliki daya serap CO sebesar 0,1018 kg/jam. Satu pohon Cemara memiliki daya serap CO sebesar 0.02343 kg/jam (Djaronge, Aly, & Kondorura, 2017).

Selain itu, jarak antara sumber polutan (kendaraan bermotor) dengan alat CO *analyzer* juga dapat berpengaruh. Sumber polutan dengan alat CO *analyzer* berjarak kurang lebih 2 meter. Gas CO yang diemisikan oleh kendaraan bermotor akan terdispersi ke udara. Semakin jauh jarak penyebaran polutan CO dari sumbernya menurut arah angin maka konsentrasi polutan CO semakin berkurang (Palamba, 2016). Pada Gambar 4.10 menampilkan kondisi eksisting ruang terbuka hijau di Titik 3.

Gambar 4.10 Ruang Terbuka Hijau di Titik 3
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018)

b. Waktu pengukuran siang hari

Hasil pengukuran konsentrasi karbon monoksida di udara ambien pada waktu siang hari yaitu pukul 13.00-14.00 WIB selama 4 hari disajikan pada Tabel 4.7.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.7 Hasil Pengukuran Konsentrasi Karbon Monoksida pada Siang Hari

Waktu Pengukuran	Konsentrasi Karbon Monoksida ($\mu g/Nm^3$)					Rata-Rata/Hari
	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5	
Sabtu	0	0	3.436	1.145	0	916
Minggu	1.145	0	0	0	0	229
Senin	12.597	18.323	1.145	8.016	3.436	8.703
Selasa	20.613	14.888	4.581	8.016	4.581	10.536

(Sumber: Hasil Penelitian, 2019)

Pada Tabel 4.7, konsentrasi CO di udara ambien selama 4 hari pengukuran di siang hari didapatkan konsentrasi tertinggi didapatkan pada Titik 1. Di hari Sabtu konsentrasi CO sebesar 0 $\mu g/Nm^3$, hari Minggu sebesar 1.145 $\mu g/Nm^3$. Pada hari Senin sebesar 12.597 $\mu g/Nm^3$, dan hari Selasa sebesar 20.613 $\mu g/Nm^3$. Titik 1 merupakan gerbang masuk kampus. Tingginya konsentrasi CO pada Titik 1 dipengaruhi oleh lokasi Titik 1 yang berdekatan dengan jalan raya, dan adanya aktivitas kendaraan bermotor oleh civitas akademik.

Sedangkan konsentrasi CO di udara ambien terendah didapatkan pada Titik 5. Titik 5 berlokasi di pertigaan gedung fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam. Di hari Sabtu konsentrasi CO sebesar 0 $\mu g/Nm^3$, hari Minggu sebesar 0 $\mu g/Nm^3$, hari Senin sebesar 3.436 $\mu g/Nm^3$, dan hari Selasa sebesar 4.581 $\mu g/Nm^3$. Menurut penelitian Sa'iedah, (2018) mengenai ruang terbuka hijau (RTH) di kampus I UIN Sunan Ampel, pada Titik 5 terdapat RTH dengan jumlah vegetasi sebanyak 39 pohon. Adanya vegetasi di suatu wilayah dapat mempengaruhi konsentrasi CO di udara ambien. Vegetasi dengan dedaunan yang rimbun dapat menguragi konsentrasi CO dan sebaliknya (Lin dkk., 2016).

c. Waktu pengukuran sore hari

Hasil pengukuran konsentrasi karbon monoksida di udara ambien pada waktu sore hari yaitu pukul 13.00-14.00 WIB selama 4 hari disajikan pada Tabel 4.8.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.8 Hasil Pengukuran Konsentrasi Karbon Monoksida pada Sore Hari

Waktu Pengukuran	Konsentrasi Karbon Monoksida ($\mu g/Nm^3$)					Rata-Rata/Hari
	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5	
Sabtu	0	2.290	1.145	1.145	0	916
Minggu	1.145	1.145	0	0	0	229
Senin	13.742	22.904	0	28.630	4.581	8.703
Selasa	26.339	18.323	36.646	9.162	8.016	10.536

(Sumber: Hasil Penelitian, 2019)

Pada Tabel 4.8, konsentrasi CO di udara ambien selama 4 hari pengukuran di sore hari didapatkan konsentrasi tertinggi didapatkan pada Titik 2. Di hari Sabtu konsentrasi CO sebesar 2.290 $\mu g/Nm^3$, hari Minggu sebesar 1.145 $\mu g/Nm^3$. Pada hari Senin sebesar 22.904 $\mu g/Nm^3$, dan hari Selasa sebesar 18.323 $\mu g/Nm^3$. Titik 2 merupakan gerbang keluar kampus.Tingginya konsentrasi CO pada Titik 2 dipengaruhi oleh lokasi Titik 2 yang berdekatan dengan jalan raya Frontage Timur dan Jalan Ahmad Yani. Pada jam pulang kantor, yaitu jam 16.00-18.00 WIB, lalu lintas di kedua jalan tersebut menjadi padat karena volume kendaraan bermotor yang bertambah. Bertambahnya kendaraan bermotor menyebabkan konsentrasi polutan khususnya karbon monoksida juga bertambah.

Konsentrasi CO dari kedua jalan ini akan terdispersi di udara dan memungkinkan terjadinya pemaparan CO di gerbang keluar kampus. Selain itu, aktivitas kendaraan bermotor oleh civitas akademik pada pukul 16.00-17.00 WIB cenderung bertambah. Hal ini dipengaruhi oleh kegiatan perkuliahan di UIN Sunan Ampel yang sebagian besar berakhir pada jam tersebut.

Sedangkan konsentrasi CO di udara ambien terendah didapatkan pada Titik 5. Titik 5 berlokasi di pertigaan gedung fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam. Di hari Sabtu konsentrasi CO sebesar 0 $\mu g/Nm^3$, hari Minggu sebesar 0 $\mu g/Nm^3$, hari Senin sebesar 4.581 $\mu g/Nm^3$, dan hari Selasa sebesar 8.016 $\mu g/Nm^3$. Lokasi Titik 5 yang berada di area belakang kampus I UIN Sunan Ampel menyebabkan berkurangnya paparan polutan CO yang berada di area depan kampus. Selain itu, vegetasi yang ada di wilayah Titik 5 membuat konsentrasi CO di udara ambien berkurang.

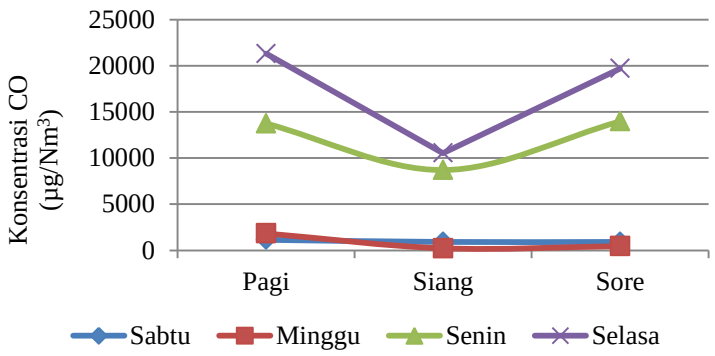
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Berdasarkan hasil penelitian, konsentrasi CO di udara ambien tertinggi terjadi pada waktu pagi hari. Pada pagi hari, aktivitas manusia mulai meningkat. Penggunaan kendaraan bermotor juga bertambah. Gas CO akan diemisikan oleh kendaraan bermotor melalui pembakaran yang tidak sempurna. Selanjutnya, konsentrasi CO mulai menurun pada siang hari (13.00-14.00 WIB). Pada siang hari, aktivitas manusia cenderung berkurang dibandingkan pagi hari terutama di wilayah kampus. Sehingga aktivitas kendaraan bermotor berkurang.

Menurut penelitian Ambarsari, Komala, & Afif Budiyono (2010), keberadaan CO di atmosfer akan menghasilkan CO_2 dan ozon permukaan melalui reaksi dengan oksigen (oksidasi CO) sesuai dengan persamaan reaksi berikut :

$$HO_2 + NO \rightarrow OH + NO_2$$
$$NO_2 + hv \rightarrow NO + O$$
$$O + O_2 \rightarrow O_2 + M$$
$$\text{Total: } CO + O_2 \rightarrow CO_2 + O_3 \qquad (2)$$

Reaksi pembentukan ozon permukaan akan berlangsung hingga tengah hari (pukul 11.00-13.00). Kemudian, konsentrasi CO akan meningkat lagi pada sore hari. Pada sore hari, aktivitas manusia meningkat seiring berakhirnya jam kerja (pukul 16.00-17.00) yang membuat jumlah kendaraan bermotor juga bertambah. Sehingga, konsentrasi CO juga bertambah. Grafik perbandingan rata-rata konsentrasi CO pada waktu pagi, siang dan sore per harinya ditampilkan pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Grafik perbandingan rata-rata konsentrasi CO per hari pada waktu pagi, siang, dan sore hari
(Sumber: Hasil Penelitian, 2019)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.1.4 Hasil Pengukuran Temperatur Udara di Udara Ambien Kampus I UIN Sunan Ampel

Pengukuran temperatur udara dilaksanakan pada hari Sabtu tanggal 27 Oktober 2018 sampai dengan hari Selasa tanggal 30 Oktober 2018. Pengukuran konsentrasi CO dilakukan dengan menggunakan alat CO *analyzer* dengan durasi pengukuran 1 jam. Pengukuran temperatur udara dimulai pukul 07.00-17.00 WIB dan dengan pembagian waktu yaitu pagi hari pukul 07.00-08.00 WIB, siang hari pukul 13.00-14.00 WIB, dan sore hari pukul 16.00-17.00 WIB. Waktu dan durasi pengukuran temperatur udara pada penelitian ini dilakukan berdasarkan penelitian sebelumnya yaitu Pangerapan, dkk (2018). Pengukuran dilakukan di 5 titik. Adapun hasil pengukuran temperatur udara adalah sebagai berikut.

a. Waktu pengukuran pagi hari

Hasil pengukuran temperatur udara pada waktu pagi hari yaitu pukul 07.00-08.00 WIB selama 4 hari disajikan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil Pengukuran Temperatur Udara pada Pagi Hari

Waktu Pengukuran	Temperatur Udara (ºC)					Rata-Rata/Hari
	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5	
Sabtu	28	28	28	28	28	28
Minggu	29	29	29	29	29	29
Senin	29	29	29	29	29	29
Selasa	32	35	32	34	35	34

(Sumber: Hasil Penelitian, 2019)

Pada Tabel 4.9, temperatur udara pada pengukuran pagi hari cenderung meningkat dari hari ke hari. Temperatur udara tertinggi sebesar 35 ºC didapatkan pada pengukuran di Titik 2 dan Titik 5 di hari Selasa. Temperatur udara terendah sebesar 28 ºC didapatkan pada pengukuran di hari Sabtu di kelima titik.

Menurut Fadholi (2013), Keadaan temperatur udara pada suatu tempat di permukaan bumi akan ditentukan oleh faktor-faktor sebagai berikut :

a) Lamanya penyinaran matahari
b) Kemiringan sinar matahari
c) Keadaan awan
d) Keadaan permukaan bumi

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

b. Waktu pengukuran siang hari

Hasil pengukuran temperatur udara pada waktu siang hari yaitu pukul 13.00-14.00 WIB selama 4 hari disajikan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Hasil Pengukuran Temperatur Udara pada Siang Hari

Waktu Pengukuran	Temperatur Udara (ºC)					Rata-Rata/Hari
	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5	
Sabtu	36	36	36	36	36	36
Minggu	35	35	35	35	35	35
Senin	32	37	34	34	35	34
Selasa	34	35	36	36	36	35

(Sumber: Hasil Penelitian, 2019)

Pada Tabel 4.10, temperatur udara pada pengukuran siang hari cenderung naik dan turun dari hari ke hari. Temperatur udara tertinggi sebesar 37 ºC didapatkan pada pengukuran di Titik 2 pada hari Senin. Temperatur udara terendah sebesar 32 ºC didapatkan pada pengukuran di Titik 2 di hari Senin. Temperatur udara pada siang hari cenderung lebih tinggi daripada temperatur udara di pagi hari. Hal ini dikarenakan intensitas dan lamanya penyinaran matahari.

c. Waktu pengukuran sore hari

Hasil pengukuran temperatur udara pada waktu sore hari yaitu pukul 16.00-17.00 WIB selama 4 hari disajikan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Hasil Pengukuran Temperatur Udara pada Sore Hari

Waktu Pengukuran	Temperatur Udara (ºC)					Rata-Rata/Hari
	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5	
Sabtu	35	35	35	35	35	35
Minggu	34	34	34	34	34	34
Senin	34	33	33	33	33	33
Selasa	35	34	33	33	33	34

(Sumber: Hasil Penelitian, 2019)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pada Tabel 4.11, temperatur udara pada pengukuran sore hari cenderung naik dan turun dari hari ke hari. Temperatur udara tertinggi sebesar 35 ºC didapatkan pada pengukuran temperatur udara di kelima titik pada hari Sabtu dan Titik 1 pada hari Selasa. Sedangkan temperatur udara terendah sebesar 33 ºC.

Hasil tersebut diperoleh pada pengukuran temperatur udara di Titik 2, Titik 3, Titik 4, dan Titik 5 pada hari Senin, dan di Titik 3, Titik 4, Titik 5 pada hari Selasa. Temperatur udara pada sore hari cenderung lebih rendah dibandingkan temperatur udara ketika siang hari. Hal ini tidak terlepas dari faktor matahari. Kemiringan sinar matahari ketika sore hari akan mempengaruhi radiasi sinar matahari yang diterima oleh suatu tempat (Fadholi, 2013).

4.2 Pembahasan

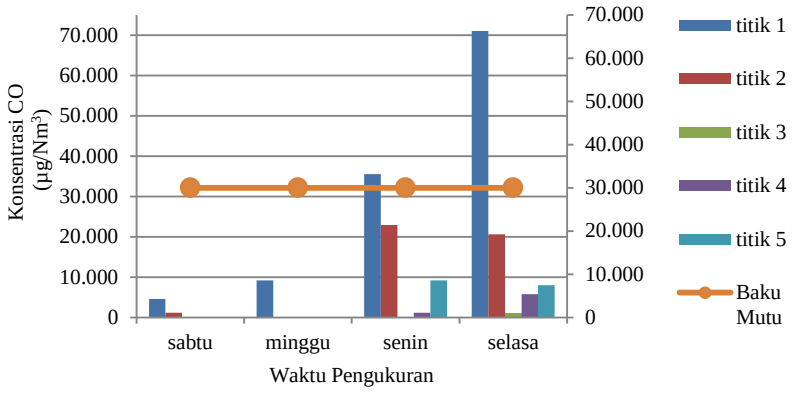
4.2.1 Perbandingan Konsentrasi Karbon Monoksida dengan Baku Mutu Udara Nasional

Udara merupakan komponen lingkungan yang penting dalam kehidupan makhluk hidup. Di dalam udara terkandung oksigen yang berguna dalam proses pernafasan. Selain itu, udara juga mampu memberikan daya dukung bagi makhluk hidup secara optimal (Bachtiar & Hidayat, 2014). Sehingga, udara perlu untuk dijaga kualitasnya.

Karbon monoksida (CO) merupakan gas yang tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa, dan gas penyusun atmosfer yang beracun (Girach & Nair, 2014). Strode dkk. (2015) dalam penelitiannya menyatakan CO merupakan salah satu precursor (pembentuk) ozon dan penyerap utama dari radikal hidroksil (OH) di troposfer. Akibatnya, secara tidak langsung CO berdampak pada iklim dengan meningkatnya ozon permukaan di mana terdapat cukup NO_x, dan meningkatkan masa hidup metana dan gas rumah kaca (GRK) jangka pendek lainnya.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No. 41 Tahun 1999, konsentrasi maksimum pencemar gas karbon monoksida (CO) di udara ambien yang masih dapat ditoleransi adalah 30.000 $\mu g/Nm^3$ atau setara dengan 26,19 ppm (keadaan STP 25°C dan 1 atm) untuk waktu pengukuran selama 1 jam. Hasil perbandingan konsentrasi karbon monoksida di udara ambien kampus UIN Sunan Ampel dengan baku mutu udara nasional PP No.41 Tahun 1999 adalah sebagai berikut.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

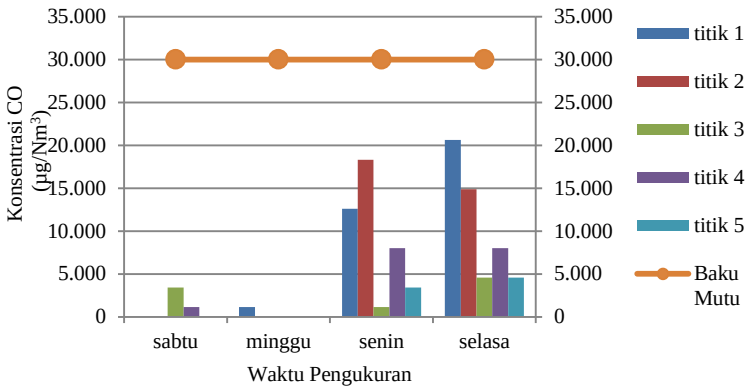


Gambar 4.12 Perbandingan konsentrasi CO di udara ambien dengan baku mutu pada pagi hari
(Sumber : Hasil Penelitian, 2019)

Gambar 4.12 menunjukkan perbandingan baku mutu udara ambien nasional dengan konsentrasi CO di udara ambien pada pengukuran pagi hari. Pada Gambar 4.12 diketahui selama 4 hari pengambilan sampel di 5 titik ketika pagi hari, konsentrasi CO di udara ambien yang melebihi baku mutu udara nasional terdapat di Titik 1 ketika pengukuran di hari kerja (Senin dan Selasa). Konsentrasi CO pada Titik 1 di hari Senin dan Selasa adalah 35.501 µg/Nm^3 dan 71.002 µg/Nm^3. Konsentrasi CO di udara ambien tidak terlepas dari aktivitas kendaraan bermotor oleh civitas akademik.

Pada hari Senin dan Selasa yang merupakan hari kerja, aktivitas kendaraan bermotor cenderung meningkat, terutama di pagi hari. Di pagi hari yaitu jam 07.00-08.00, banyak civitas akademik yang memasuki kampus untuk memulai kegiatan perkuliahan. Selain itu, paparan CO dari area luar kampus (Jl. Frontage Timur dan Jl. A. Yani) juga berkontribusi untuk meningkatkan konsentrasi CO di Titik 1. Fardiaz (1992) menyatakan di mana konsentrasi karbon monoksida di udara per waktu dalam satu hari dipengaruhi oleh kesibukan atau aktifitas kendaraan bermotor. Semakin ramai kendaraan bermotor maka semakin tinggi konsentrasi karbon monoksida. Pada Gambar 4.13 menunjukkan perbandingan baku mutu udara ambien nasional dengan konsentrasi CO di udara ambien pada pengukuran siang hari.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

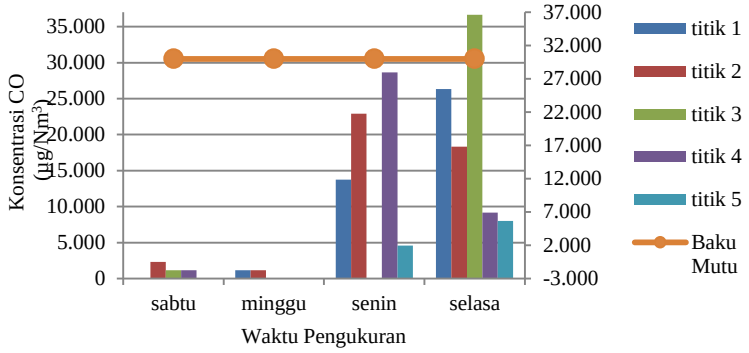


Gambar 4.13 Perbandingan konsentrasi CO di udara ambien dengan baku mutu pada siang hari
(Sumber : Hasil Penelitian, 2019)

Pada Gambar 4.13 diketahui selama 4 hari pengambilan sampel di 5 titik ketika siang hari, konsentrasi CO di udara ambien tidak ada yang melebihi baku mutu udara nasional. Konsentrasi CO tertinggi terdapat pada Titik 1 pada pengukuran hari Selasa yaitu sebesar 20.613 µg/Nm^3. Sedangkan, konsentrasi CO terendah di dapatkan pada pengukuran hari Sabtu dan Minggu. Pada hari Sabtu, konsentrasi CO terendah didapatkan saat pengukuran di Titik 1 dan Titik 5 yaitu 0 µg/Nm^3. Kemudian, pada hari Minggu, konsentrasi CO terendah didapatkan saat pengukuran di Titik 2, Titik 3, Titik 4, dan Titik 5 yaitu 0 µg/Nm^3.

Berdasarkan hasil survei lalu lintas kendaraan bermotor di kampus, pada siang hari terjadi penurunan jumlah kendaraan bermotor yang melintasi titik pengamatan. Penurunan aktivitas kendaraan bermotor ini berpengaruh terhadap konsentrasi CO yang diemisikan oleh kendaraan bermotor. Sehingga, pada siang hari konsentrasi CO menjadi berkurang. Selain itu pada siang hari, temperatur udara cenderung meningkat. Pada siang hari dengan kondisi cuaca yang cerah, temperatur udara akan tinggi akibat dari sinar matahari yang diterima oleh bumi sehingga akan mengakibatkan pemuaian udara. Hal ini menyebabkan terjadinya dispersi polutan sehingga konsentrasi karbon monoksida akan rendah (Ramayana, Istirokhatun, & Sudarno, 2014). Pada Gambar 4.14 menunjukkan perbandingan baku mutu udara ambien nasional dengan konsentrasi CO di udara ambien pada pengukuran sore hari.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.14 Perbandingan konsentrasi CO di udara ambien dengan baku mutu pada sore hari
(Sumber : Hasil Penelitian, 2019)

Pada Gambar 4.14 selama 4 hari pengambilan sampel di 5 titik ketika sore hari, konsentrasi CO di udara ambien yang melebihi baku mutu udara nasional terdapat pada Titik 3 saat pengukuran hari Selasa. Konsentrasi CO yang didapatkan sebesar 36.646 µg/Nm^3. Konsentrasi CO di udara ambien di suatu lokasi tidak terlepas dari aktivitas kendaraan bermotor di lokasi tersebut. Pada saat pengukuran konsentrasi CO di Titik 3 bertepatan dengan jam selesai kuliah. Sehingga aktivitas kendaraan bermotor di Titik 3 semakin meningkat.

Lokasi Titik 3 yang berada di samping jalan depan gedung fakultas Tarbiyah dan Keguruan menjadi salah satu faktor tingginya konsentrasi CO pada titik ini. Diperkirakan pada jam tersebut civitas akademik yang melalui Titik 3 lebih banyak dibandingkan titik-titik yang lain. Titik 3 merupakan akses jalan utama menuju gedung fakultas Sains dan Teknologi, gedung Auditorium, gedung SAC, dan gedung Asrama Putri. Kondisi eksisiting di Titik 3 ketika sore hari ditunjukkan oleh Gambar 4.15.

Gambar 4.15 Kondisi eksisting pada Titik 3 saat sore hari
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2018)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Dari hasil pengukuran konsentrasi CO di udara ambien selama 4 hari, diketahui bahwa terdapat beberapa lokasi di kampus I UIN Sunan Ampel yang kualitas udaranya melebihi baku mutu yaitu 30.000 μg/Nm^3. Lokasi tersebut antara lain adalah gerbang masuk kampus dan jalan depan gedung fakultas Tarbiyah dan Keguruan.

Paparan CO dengan konsentrasi tinggi dapat memberikan efek yang berbahaya bagi tubuh manusia. Efek yang dapat membahayakan kesehatan manusia telah diamati pada paparan CO pada konsentrasi 12.000 sampai 17.000 μg/Nm^3. Pengaruh kesehatan ini terdiri atas tekanan fisiologikal, terutama pada penderita penyakit jantung, keracunan darah, dan sebagainya (Munfarida, 2016).

Rozante dkk. (2017) menyatakan konsentrasi karbon monoksida yang tinggi dianggap sangat beracun bagi manusia karena dapat menyebabkan keracunan akut, dan kematian karena sesak napas. Interaksi hemoglobin dengan CO adalah 240 kali lebih besar daripada dengan oksigen (O_2). Jadi, karboksihemoglobin akan terbentuk yang seharusnya terbentuk oksihemoglobin. Ketika atmosfer kaya akan CO, O_2 mengalami kesulitan untuk mencapai jaringan, menyebabkan kematian karena mati lemas.

4.2.2 Hubungan Temperatur Udara dengan Konsentrasi Karbon Monoksida

Konsentrasi karbon monoksida di kelima titik lokasi pengambilan sampel di rata-rata untuk mengetahui konsentrasi CO di udara ambien kampus. Serta, nilai temperatur udara di kelima titik lokasi pengambilan sampel juga di rata-rata untuk mengetahui nilai temperatur udara ambien di kampus.

Perbandingan temperatur udara dengan konsentrasi CO di udara ambien dilakukan untuk mengetahui hubungan antara kedua variabel tersebut. Adapun hasil perbandingan disajikan pada Tabel 4.12.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.12 Perbandingan Rata-Rata Temperatur Udara dengan Konsentrasi Karbon Monoksida di Udara Ambien

Hari	Pagi		Siang		Sore	
	Temperatur (ºC)	CO (μg/Nm^3)	Temperatur (ºC)	CO (μg/Nm^3)	Temperatur (ºC)	CO (μg/Nm^3)
Sabtu	28	1.145	36	916	35	916
Minggu	29	1.832	35	229	34	458
Senin	29	13.742	34	8.703	33	13.971
Selasa	34	21.301	35	10.536	34	19.697

(Sumber: Hasil Penelitian, 2019)

Dari Tabel 4.12 menunjukkan bahwa perbedaan temperatur udara pada pagi, siang, dan sore hari berpengaruh terhadap konsentrasi CO. Pada kondisi temperatur rendah, konsentrasi CO di udara ambien cenderung tinggi. Hal tersebut tidak terlepas dari hubungan antara temperatur udara dengan kelembaban udara. Hubungan antara temperatur udara dan kelembaban udara adalah berbanding terbalik. Semakin tinggi temperatur udara, maka kelembaban udara semakin rendah, begitu pula sebaliknya.

Pada kondisi kelembaban tinggi, dispersi gas CO akan terhambat. Hal ini terjadi karena terbentuknya lapisan udara dingin yang menyebabkan terjadinya akumulasi gas CO sehingga dispersi CO akan terhambat (Annisa, Huboyo, & Istirokhatun, 2014). ul-Haq dkk. (2015) menyatakan konsentrasi CO akan menurun dengan meningkatnya temperatur dan kecepatan angin. Serta, konsentrasi CO berkorelasi positif dengan kelembaban udara.

Soedomo (2001) menyatakan temperatur udara secara langsung mempengaruhi kondisi kestabilan atmosfer. Dalam kondisi stabil, yaitu pada temperatur udara yang lebih rendah dari lingkungan, maka massa udara polutan tidak dapat naik tetapi tetap berada di atmosfer dan terakumulasi, sehingga akan menaikkan konsentrasi polutan. Sebaliknya, pada saat temperatur udara lebih tinggi dari pada temperatur udara lingkungan maka massa udara polutan akan naik dan menyebar sehingga tidak terjadi pengendapan di permukaan dan akan meminimalkan konsentrasi polutan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Konsentrasi karbon monoksida di udara ambien juga dapat dipengaruhi oleh waktu tinggal karbon monoksida di atmosfer. Dalam penelitian Weinstock & Hiromi Niki (1972) menyebutkan waktu tiggal (*residence time*) radioaktif ^{14}CO di atmosfer adalah 0,1 tahun atau 1,2 bulan. Hasil tersebut didapatkan dari pengukuran konsentrasi radioaktif ^{14}CO di atmosfer dan perkiraan laju pembentukannya. Kemudian, waktu tinggal (*residence time*) untuk CO yang lebih stabil adalah 2,7 tahun. Nilai ini didapatkan melalui perkiraan laju produksi CO secara global dan rata-rata konsentrasi CO di atmosfer.

Umur kimia (*chemical lifetime*) CO relatif singkat, antara beberapa minggu hingga 2 bulan tergantung dari konsentrasi radikal hidroksil (OH) di atmosfer (Chandra, Venkataramani, Lal, Sheel, & Pozzer, 2016). Waktu tinggal karbon monoksida yang bervariasi dan paling sebentar adalah 1,2 bulan diasumsikan akan menyebabkan akumulasi karbon monoksida di atmosfer. Sehingga dapat mempengaruhi hasil pengukuran konsentrasi karbon monoksida di udara ambien kampus I UIN Sunan Ampel.

Karbon monoksida (CO) diproduksi oleh reaksi kimia di atmosfer antara radikal hidroksil (OH) dan metana (CH_4) dan hidrokarbon lainnya, selain reaksi antara alkena dan ozon (O_3), dan reaksi dari isoprena dan terpena dengan OH dan O_3 (Rozante dkk., 2017). Selain itu faktor meteorologi lainnya selain temperatur udara juga dapat mempengaruhi konsentrasi CO di atmosfer. Faktor meteorologi tersebut antara lain tekanan udara, dan stuktur lapisan batas (*boundary layer*). Tekanan udara akan mempengaruhi difusi gas CO dalam arah horizontal maupun vertikal di udara, dan struktur lapisan batas memainkan peran penting pada difusi gas CO dalam arah vertikal (Zeng & Zhang, 2017).

Pada Tabel 4.13 menunjukkan hasil analisis korelasi Pearson antara temperatur udara dengan konsentrasi karbon monoksida di udara ambien kampus. Analisis dilakukan dengan menggunakan program SPSS versi 16.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.13 Hasil Analisis Korelasi antara Temperatur Udara dengan Konsentrasi Karbon Monoksida

		Karbon Monoksida	Temperatur Udara
Karbon Monoksida	Pearson Correlation	1	.010
	Sig.(2-tailed)		.976
	N	12	12
Temperatur Udara	Pearson Correlation	.010	1
	Sig.(2-tailed)	.976	
	N	12	12

(Sumber: Hasil Penelitian, 2019)

Pada Tabel 4.13 ditunjukkan hasil analisis korelasi Pearson menggunakan program SPSS versi 16 antara temperatur udara dengan konsentrasi karbon monoksida di udara ambien menghasilkan nilai $\alpha > 0{,}01$ yaitu sebesar 0,976 dan nilai *Pearson Correlation* (r) sebesar 0,010. Apabila nilai α lebih dari 0,01 maka tidak ada hubungan antara kedua variabel. Nilai korelasi Pearson menunjukkan kuat hubungan antar variabel. Nilai korelasi Pearson yang didapatkan mendekati 0 atau kurang dari 0, maka hubungan antar kedua variabel sangat lemah atau tidak ada hubungan.

Berdasarkan hasil analisis korelasi Pearson menggunakan SPSS versi 16, dalam kasus ini disimpulkan bahwa H0 diterima, yang artinya tidak ada hubungan antara temperatur udara dengan konsentrasi karbon monoksida (CO) di udara ambien kampus I UIN Sunan Ampel Surabaya.

Pada Tabel 4.14 menunjukkan tabel penolong yang digunakan untuk mencari koefisien korelasi (*r*) antara temperatur udara dengan konsentrasi karbon monoksida di udara ambien kampus secara manual.

Tabel 4.14 Tabel Penolong untuk Mencari Nilai r

Data	Temperatur (X)	CO (Y)	XY	X^2	Y^2
1	28	1.145	32.065	784	1.311.470
2	36	916	32.982	1.296	839.341
3	35	916	32.065	1.225	839.341
4	29	1.832	53.137	841	3.357.363
5	35	229	8.015	1.225	52.441
6	34	458	15.572	1.156	209.764

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Data	Temperatur (X)	CO (Y)	XY	X^2	Y^2
7	29	13.742	398.528	841	188.851.669
8	34,3	8.703	298.529	1.176	75.750.503
9	33,3	13.971	465.247	1.109	195.199.184
10	33,7	21.301	717.831	1.136	453.716.135
11	35,08	10.536	369.595	1.231	111.002.814
12	33,7	19.697	663.800	1.136	387.985.263
Jumlah	396	93.448	3.087.366	13.155	1.419.115.288

(Sumber: Hasil Penelitian, 2019)

Tabel 4.14 menunjukkan bahwa temperatur udara merupakan variabel x (variabel bebas), dan konsentrasi karbon monoksida merupakan variabel y (variabel terikat). Melalui Tabel 4.14, nilai koefisien korelasi Pearson antara kedua variabel tersebut dapat dihitung secara manual melalui rumus sebagai berikut.

$$r_{\text{temp}} = \frac{n(\sum x_i y_i)-(\sum x_i . \sum y_i)}{\sqrt{\left\{n \sum x_i^2-(\sum x_i)^2\right\}\left\{n \sum y_i^2-(\sum y_i)^2\right\}}}$$

$$r_{\text{temp}} = \frac{12(3.087.366) - (396)(93.448)}{\sqrt{\{12\ (13.155) - (396)^2\} \times \{12\ (1.419.115.288) - (93.448)^2\}}}$$

$$r_{temp} = 0{,}012$$

Dari hasil perhitungan nilai korelasi Pearson secara manual, didapatkan nilai korelasi sebesar 0,012. Nilai korelasi Pearson yang didapatkan dengan mengunakan program SPSS dan cara manual menunjukkan nilai yang sama. Sehingga, kedua cara tersebut dapat digunakan untuk mengetahui nilai korelasi Pearson. Nilai korelasi Pearson menunjukkan kuat hubungan antar variabel. Nilai korelasi Pearson yang didapatkan mendekati 0 atau kurang dari 0, maka hubungan antar kedua variabel sangat lemah atau tidak ada hubungan.

4.2.2 Hubungan Lalu Lintas Kendaraan Bermotor dengan Konsentrasi Karbon Monoksida

Kepadatan lalu lintas kendaraan bermotor di kampus I UIN Sunan Ampel dalam penelitian ini dilihat dari jumlah kendaraan bermotor yang melintasi titik pengamatan. Konsentrasi karbon monoksida di kelima titik lokasi pengambilan sampel di rata-rata untuk mengetahui konsentrasi CO di udara ambien kampus.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Perbandingan jumlah kendaraan bermotor dengan konsentrasi CO di udara ambien kampus dilakukan untuk mengetahui hubungan kedua variabel tersebut. Adapun hasil perbandingan tersebut disajikan pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Perbandingan Rata-Rata Kendaraan Bermotor Terhadap Konsentrasi Karbon Monoksida di Udara Ambien Kampus

Hari	Pagi		Siang		Sore	
	Kendaraan Bermotor (Unit/hari)	CO ($\mu g/Nm^3$)	Kendaraan Bermotor (Unit/hari)	CO ($\mu g/Nm^3$)	Kendaraan Bermotor (Unit/hari)	CO ($\mu g/Nm^3$)
Sabtu	152	1.145	221	916	153	916
Minggu	62	1.832	83	229	133	458
Senin	1.221	13.742	795	8.703	1.025	13.971
Selasa	876	21.301	936	10.536	897	19.697

(Sumber: Hasil Penelitian, 2019)

Tabel 4.15 menunjukkan bahwa lalu lintas kendaraan bermotor berubah setiap waktu. Perubahan lalu lintas kendaraan bermotor di kampus UIN Sunan Ampel disebabkan oleh aktivitas civitas akademik yang berbeda-beda, seperti jadwal perkuliahan, jam masuk kerja, dan lain-lain. Bertambahnya jumlah kendaraan bermotor menyebabkan konsentrasi CO di udara ambien juga meningkat. Hal tersebut dilihat dari hasil pengukuran konsentrasi CO di udara ambien pada hari kerja memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan konsentrasi CO pada hari libur. Kendaraan bermotor menghasilkan emisi gas yang berasal dari pembakaran bahan bakar oleh mesin penggerak. Salah satu gas yang diemisikan adalah karbon monoksida.

Meningkatnya populasi kendaraan bermotor, maka berdampak pada peningkatan kadar emisi karbon monoksida yang dihasilkan (Handayani dkk., 2017). Sumber emisi CO paling utama di permukaan bumi berasal dari pembakaran bahan bakar fosil, kebakaran hutan, dan pembakaran biomassa yang tidak lengkap (Chandra dkk., 2016). Martuti (2013), dalam penenlitiannya menyebutkan bahwa polusi udara dari kendaraan bermotor berbahan bakar bensin menyumbang CO sebanyak 70%.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Kadar emisi gas yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor dipengaruhi oleh spesifikasi kendaraan (umur, jenis, kondisi operasional, dan perawatannya), pengolahan gas buang, dan pelumas mesin yang digunakan (William & Boedisantoso, 2015). Tabel 4.15 menunjukkan terdapat ketidak konsistenan antara jumlah kendaraan bermotor dan konsentrasi CO. Di mana terdapat hasil pengukuran rata-rata kendaraan bermotor yang lebih sedikit tetapi menghasilkan konsentrasi CO yang besar. Hal ini dikarenakan adanya faktor lain yang dapat mempengaruhi konsentrasi CO di udara ambien.

Selain faktor antropologi seperti aktivitas manusia dan lalu lintas kendaraan bermotor. Konsentrasi CO di udara ambien juga dipengaruhi oleh faktor meteorologi seperti temperatur udara, kelembaban udara, kecepatan angin, dan reaksi CO di atmosfer (Aprilina, dkk., 2016).

Strode dkk. (2015) menyatakan CO akan teroksidasi menjadi CO_2 melalui reaksi dengan radikal hidroksil (OH) di atmosfer. Persamaan reaksi adalah sebagai berikut.

$$CO + OH \rightarrow CO_2 + H \qquad (3)$$

Karbon monoksida juga dapat bereaksi dengan ozon (O_3) di atmosfer. Reaksi oksidasi karbon monoksida dengan ozon dapat terjadi pada temperatur 35 ºC - 258 ºC (Arin & Warneck, 1972). Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut.

$$O_3 + CO \rightarrow CO_2 + O_2 \qquad (4)$$

Melalui reaksi oksidasi CO di atmosfer dengan radikal OH dan ozon akan mengahsilkan CO_2, O_2, dan radikal H. Adanya reaksi-reaksi kimia tersebut mengakibatkan berkurangnya konsentrasi CO di udara ambien.

Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor berdampak pada peningkatan beban emisi pencemar udara khususnya CO. Beban emisi CO yang dihasilkan oleh suatu kendaraan bermotor dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = n \times FE$$

Keterangan:

Q = beban emisi gas (kg/km.jam)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

N = jumlah endaraan (kendaraan)

FE = faktor emisi gas (g/km.kendaraan)

Nilai faktor emisi berbeda untuk setiap jenis gas dan jenis kendaraan bermotor. Pada Tabel 4.16 ditunjukkan faktor emisi untuk setiap kendaraan bermotor.

Tabel 4.16 Faktor Emisi CO

Kategori	CO (g/km)
Sepeda Motor	14
Mobil	32,4
Bus	11

(Sumber: Kementrian Lingkungan Hidup, 2010)

Hasil perhitungan beban emisi CO untuk setiap jenis kendaraan bermotor yang melintasi titik pengamatan disajikan pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Hasil Perhitungan Beban Emisi CO

Jenis Kendaraan	Jumlah	Beban Emisi	
		g/km.jam	kg/km.jam
Motor	12.191	170.674	170,7
Mobil	892	28.900,8	28,9
Bis	20	220	0,2

(Sumber: Hasil Penelitian, 2019)

Pada Tabel 4.17 menunjukkan beban emisi CO tertinggi dihasilkan oleh motor yaitu sebesar 170,7 kg/km.jam, dan terendah dihasilkan oleh bus yaitu sebesar 0,2 kg/km.jam. Tingginya nilai beban emisi CO yang dihasilkan oleh motor dipengaruhi oleh jumlah motor yang ada. Jumlah motor yang tercatat selama penelitian adalah sebanyak 12.191 unit. Selain itu, faktor emisi CO pada setiap kendaraan juga berpengaruh.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.18 Hasil Analisis Korelasi antara Temperatur Udara dengan Konsentrasi Karbon Monoksida

		Kendaraan Bermotor	Karbon Monoksida
Kendaraan Bermotor	Pearson Correlation	1	.876**
	Sig.(2-tailed)		.000
	N	12	12
Karbon Monoksida	Pearson Correlation	.876**	1
	Sig.(2-tailed)	.000	
	N	12	12

(Sumber: Hasil Penelitian, 2019)

Dari Tabel 4.18, hasil analisis korelasi Pearson menggunakan program SPSS 16 antara rata-rata kendaraan bermotor dengan konsentrasi karbon monoksida di udara ambien menghasilkan nilai α < 0,01 yaitu sebesar 0,000. Nilai α kurang dari 0,01 menunjukkan bahwa ada hubungan antara kedua variabel. Nilai Pearson Correlation sebesar 0,876.

Tabel 4.19 Penolong Mencari Nilai r antara Lalu Lintas Kendaraan Bermotor dengan Konsentrasi Karbon Monoksida

Data	Kendaraan Bermotor (X2)	CO (Y)	XY	X^2	Y^2
1	152	1.145	174069,5184	23.104	1.311.470
2	221	916	202470,3476	48.841	839.341
3	153	916	140171,7791	23.409	839.341
4	62	1.832	113603,272	3.844	3.357.363
5	83	229	19007	6.889	52.441
6	133	458	60914	17.689	209.764
7	1.221	13.742	16779386,5	1.490.841	188.851.669
8	795	8.703	6919263,804	632.025	75.750.503
9	1.025	13.971	14320654,4	1.050.625	195.199.184
10	876	21.301	18659337,42	767.376	453.716.135
11	936	10.536	9861496,933	876.096	111.002.814
12	897	19.697	17668515,34	804.609	387.985.263
Jumlah	6.554	93.448	84.918.890	5.745.348	1.419.115.288

(Sumber: Hasil Penelitian, 2019)

Nilai koefisien korelasi Pearson

$$r_{kb} = \frac{n(\sum x_i y_i)-(\sum x_i . \sum y_i)}{\sqrt{\left\{n \sum x_i^2-(\sum x_i)^2\right\}\left\{n \sum y_i^2-(\sum y_i)^2\right\}}}$$

$$r_{kb} = \frac{12(84.918.890) - (6.554)(93.448)}{\sqrt{\{12\ (5.745.348) - (6.554)^2\} \times \{12\ (1.419.115.288) - (93.448)^2\}}}$$

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

r_{kb} = 1

Dari hasil perhitungan nilai koefisien korelasi didapatkan nilai *r* sebesar 1. Nilai korelasi Pearson (r) yang mendekati 1 atau sama dengan 1 menunjukkan bahwa kedua variabel memiliki hubungan yang kuat dan searah. Sehingga, dalam kasus ini, H1 diterima yaitu ada hubungan antara lalu lintas kendaraan bermotor dengan konsentrasi karbon monoksida (CO) di udara ambien kampus I UIN Sunan Ampel Surabaya.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai evaluasi kualitas udara karbon monoksida (CO) akibat lalu lintas kendaraan bermotor di kampus I UIN Sunan Ampel, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Rata-rata konsentrasi CO di udara ambien kampus I UIN Sunan Ampel tertinggi pada hari Selasa. Konsentrasi CO pada hari Selasa saat pagi, siang, dan sore berturut-turut adalah 21.301 µg/Nm^3, 10.536 µg/Nm^3, dan 10.536 µg/Nm^3. Rata-rata jumlah kendaraan bermotor saat pagi hari sebesar 1.155 kendaraan/hari, siang hari sebesar 1.017 kendaraan/hari, dan sore hari sebesar 1.104 kendaraan/hari. Rata-rata temperatur udara tertinggi saat pagi hari sebesar 34 ºC, siang hari sebesar 36 ºC, dan sore hari sebesar 35 ºC.
2. Saat pengukuran konsentrasi karbon monoksida di udara ambien dilakukan pada pagi hari, terdapat titik pengambilan sampel dengan konsentrasi karbon monoksida yang melebihi baku mutu udara nasional yaitu Titik 1 dengan konsentrasi karbon monoksida sebesar 35.501 µg/Nm^3 dan 71.002 µg/Nm^3. Pada pengukuran siang hari, tidak terdapat titik pengambilan sampel dengan konsentrasi karbon monoksida yang melebihi baku mutu udara nasional. Sedangkan pada sore hari, terdapat titik pengambilan sampel dengan konsentrasi karbon monoksida yang melebihi baku mutu udara nasional yaitu Titik 3 dengan konsentrasi karbon monoksida sebesar 36.646 µg/Nm^3.
3. Tidak ada hubungan antara temperatur udara dengan konsentrasi karbon monoksida (CO) di udara ambien kampus I UIN Sunan Ampel Surabaya.
4. Ada hubungan antara jumlah kendaraan bermotor dengan konsentrasi karbon monoksida (CO) di udara ambien kampus I UIN Sunan Ampel Surabaya.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan, maka saran yang dapat diberikan untuk pengendalian pencemaran udara di kampus I UIN Sunan Ampel adalah sebagai berikut:

a. Pembuat Kebijakan Kampus (*stakeholder*)
   1. Penambahan jumlah Ruang Terbuka Hijau dan jalur hijau di kampus, terutama pada titik gerbang masuk kampus dan jalan depan gedung fakultas Tarbiyah dan Keguruan.
   2. Pembuatan aturan mengenai penggunaan kendaraan bermotor di lingkungan kampus.

b. Pemilik Kendaraan Bermotor
   1. Rutin melakukan perawatan dan pengecekan kondisi kendaraan bermotor.
   2. Menggunakan bahan bakar minyak dengan angka oktan tinggi untuk mesin bensin, dan bahan bakar minyak dengan angka *cetane* tinggi untuk mesin diesel.
   3. Beralih menggunakan transportasi umum.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah bin Muhammad bin ‘Abdurrahman bin Ishaq Alu Syaikh. (2017). Lubabut Tafsiir min Ibni Katsiir, Terj: M. Abdul Ghofar E.M. Abu Ihsan Al-Atsari, *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 10,* Cetakan Kesepuluh. Bogor: Pustaka Imam Asy-Syafi’i.

Ambarsari, N., Komala, N., & Afif Budiyono. (2010). Pengaruh Karbon Monoksida Terhadap Ozon Permukaan. *Widyariset*, 13(3), 59-64.

Anggraeni, N.I.S. (2009). Pengaruh Lama Paparan Asap Knalpot dengan Kadar CO 1800 ppm terhadap Gambaran Histopatologi Jantung pada Tikus Wistar. *Skripsi*. Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro. Semarang.

Annisa, A. A. S., Huboyo, H. S., & Istirokhatun, T. (2014). Analisis Kualitas Pb dalam Ruang pada Perparkiran Basement dan Upper Ground. *Jurnal Teknik Lingkungan*, *3*(1), 6.

Aprilina, K., Badriah, I.U., & Aldrian, E. (2016). Hubungan antara Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) dan Temperatur Udara terhadap Intervensi Anthropogenik (Studi Kasus Nyepi tahun 2015 di Provinsi Bali). *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 17(1): 53-60.

Arikunto. (2006). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.

Arin, L. M., & Warneck, P. (1972). Reaction of ozone with carbon monoxide. *The Journal of Physical Chemistry*, *76*(11), 1514–1516.

Assadi, A., Pirbalouti, A. G., Malekpoor, F., Teimori, N., & Assadi, L. (2011). Impact of air pollution on physiological and morphological characteristics of Eucalyptus camaldulensi Den. *Journal of Food Agriculture an Environment*, 9(2), 676–679.

Azam, A. G., Zanjani, B. R., & Mood, M. B. (2016). Effects of air pollution on human health and practical measures for prevention in Iran. *Journal of Research in Medical Sciences*, 1–12.

Bacharach. (2014). *Monoxor Plus User Manual*. Pennysylvania: Bacharach Inc.

Bacharach. (2018). *Monoxor Plus*. Online. https://www.mybacharach.com/product-view/monoxor-plus/. Diakses pada 03 April 2018, pukul 20.00 WIB.

Bachtiar, V. S., & Hidayat, T. (2014). Peningkatan Gas Karbon Monoksida (CO) akibat Peningkatan Kendaraan Bermotor Kota Padang selama Satu Dekade. *Prosiding Snstl, I.*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Boediningsih, W. (2011). Dampak Kepadatan Lalu Lintas terhadap Polusi Udara Kota Surabaya. *Jurnal Fakultas Hukum*, *20*(20), 1-20.

Chandra, N., Venkataramani, S., Lal, S., Sheel, V., & Pozzer, A. (2016). Effects Of Convection And Long-Range Transport On The Distribution Of Carbon Monoxide In The Troposphere Over India. *Atmospheric Pollution Research*, *7*(5), 775–785.

Damara, D. Y., Wardhana, I. W., & Sutrisno, E. (2017). Analisis Dampak Kualitas Udara Karbon Monoksida (CO) di Sekitar Jl. Pemuda akibat Kegiatan *Car Free Day* Menggunakan Program Caline4 dan Surfer (Studi Kasus : Kota Semarang). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(1), 1–14.

Djajoesman, HS. (1976). *Grafik Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*. Jakarta: Balai Pustaka.

Djaronge, M. W., Aly, S. H., & Kondorura, C. F. (2017). Analisis Kapasitas Ruang Terbuka Hijau (RTH) Balai Kota Makassar dalam Mereduksi Emisi Kendaraan Bermotor. *Jurnal Universtas Hasanuddin*, 16.

Engels, S., Fong, L. S. R. Z., Chen, Q., Leng, M. J., Mcgowan, S., Idris, M., Yang, H. (2018). Historical Atmospheric Pollution Trends in Southeast Asia Inferred from Lake Sediment Records. *Environmental Pollution*, 235(X), 907–917.

Fadholi, A. (2013). Pemanfaatan Temperatur Udara dan Kelembapan Udara dalam Persamaan Regresi untuk Simulasi Prediksi Total Hujan Bulanan di Pangkalpinang. *Jurnal CAUCHY*, 3(1): 1-9.

Fardiaz, S. (2008). *Polusi Air dan Udara*, Cetakan 11. Jakarta: Kanisius.

Fazlzadeh, M., Rostami, R., Hazrati, S., & Rastgu, A. (2015). Concentrations of carbon monoxide in indoor and outdoor air of Ghalyun cafes. *Atmospheric Pollution Research*, 6(4), 550–555.

Giddings, J.S. (1973). *Chemistry Man and Environmental Change*. New York: Canfield Press.

Girach, I. A., & Nair, P. R. (2014). Carbon Monoxide Over Indian Region As Observed By Mopitt. *Atmospheric Environment*, 99, 599–609.

Handayani, D., Jaya, Y. I., & Legowo, S. J. (2017). Analisis Emisi Gas Buang Akibat Mobil di Kampus Universitas Sebelas Maret. *Matriks Teknik Sipil*, (X), 1016–1024.

Heinemann, S. H., Hoshi, T., & Schiller, A. (2014). Carbon Monoxide – Physiology, Detection and Controlled Release. *Chemical Communication*, 50, 3644–3660.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Hermana, J., & Assomadi, A. F. (2013). *Bagian 1 Atmosfer Bumi, Sains dan Fenomena*. Dalam Atmosfer Sains dan Fenomena. Surabaya.

Hickman, A.J. (1999). Methodology for Calculating Transport Emissions and Energy Consumption, Final report of the EC MEET project. *Transport Research, 4th framework programme DGVII.* Crowthorne: Research for suistanable mobility, TRL (Transport Research Laboratory).

Jaffe, L. S. (2012). Ambient Carbon Monoxide And Its Fate in the Atmosphere Ambient Carbon Monoxide And Its Fate in the Atmosphere. *Journal of the Air Pollution Control Association*, 18(8), 534–540.

Kampa, M., & Castanas, E. (2008). Human Health Effects of Air Pollution. *Environmental Pollution*, 151, 362–367.

Lin, M.-Y., Hagler, G., Baldauf, R., Isakov, V., Lin, H.-Y., & Khlystov, A. (2016). The Effects Of Vegetation Barriers On Near-Road Ultrafine Particle Number And Carbon Monoxide Concentrations. *Science Of The Total Environment*, 553, 372–379.

Martuti, N. K. T. (2013). Peranan Tanaman Terhadap Pencemaran Udara Di Jalan Protokol Kota Semarang. *Biosantifika*, 5(1), 7.

Minarno, E. B. (2017). Integrasi Sains-Islam dan Implementasinya dalam Pembelajaran Biologi. *Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri (SNTIKI) 9* (pp. 18–19). Pekanbaru.

Morlok, E.K. (1995). *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Jakarta: Penerbit. Erlangga.

Mukono, H.J. (2008). *Pencemaran Udara dan Pengaruhnya Terhadap Gangguan Saluran Pernafasan.* Cetakan Ketiga. Surabaya: Airlangga University Press.

Munawaroh, T. (2017). Hubungan antara Kontrol Diri dengan Kepatuhan Berlalu Lintas pada Mahasiswa Pengendara Sepeda Motor di Universitas Islam Sultan Agung Semarang. *Skripsi.* Fakultas Psikologi, Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Munfarida, I. (2015). Evaluasi Kualitas Udara Studi Kasus 3 Lokasi Puskesmas di Kota Cimahi Provinsi Jawa Barat. *Al-Ard : Jurnal Teknik Lingkungan*, 1(2), 67–73.

Muzayyid. (2014). Studi Konsentrasi Kadar Karbon Monoksida (CO) di Jalan A. P Petterani Kota Makassar Tahun 2014. *Skripsi.* UIN Alauddin Makassar.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Muziansyah, D., Sulistyorini, R., Sebayang, S. (2015). Model Emisi Gas Buangan Kendaraan Bermotor Akibat Aktivitas Transportasi (Studi Kasus: Terminal Pasar Bawah Ramayana Kota Bandar Lampung). Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain, 3(1): 57-70.

Neiburger, M. (1995). *Memahami Lingkungan Atmosfer Kita*/ Morris Neiburger; Terjemahan Ardina Purbo. Bandung: ITB.

Palamba, G. F. (2016). *Analisis PenyebaranPolutan CO Kendaraan Bermotor Berbasis Model Dispersi Gauss* (Skripsi). Universitas Hasanuddin, Makassar.

Palar, H. (2008). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, Cetakan IV. Jakarta: PT Rineka Cipta.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara.

Ramayana, K., Istirokhatun, T., & Sudarno. (2014). Pengaruh Jumlah Kendaraan Dan Faktor Meteorologis (Temperatur, 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). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 3(1), 11.

Rosianasari, N. (2016). Analisis Karakteristik Emisi CO dan CO_2 Kendaraan Roda Dua di Kampus Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. *Skripsi*. Universitas Hasanuddin Makassar.

Rozante, J. R., Rozante, V., Alvim, D. S., Manzi, A. O., Chiquetto, J. B., D'amelio, M. S., & Moreira, D. S. (2017). Variations Of Carbon Monoxide Concentrations In The Megacity Of São Paulo From 2000 To 2015 In Different Time Scales, 13.

Sa'iedah, A. (2018). Korelasi antara Ruang Terbuka Hijau dengan Konsentrasi Karbon Dioksida (CO_2) dan Oksigen (O_2) di Kampus UIN Sunan Ampel Surabaya (*Skripsi*). UIN Sunan Ampel, Surabaya.

Sastrawijaya, A.T. (2009). *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: Rineka Cipta.

Shihab, M.Q. (2002). *Tafsīr Al-Mishbah (Pesan, Kesan dan Keserasian al-Qur'ān), Vol. 6*. Jakarta: Lentera Hati.

Sianturi, O. (2004). Evaluasi Emisi Karbon Monoksida dan Partikel Halus dari Kendaraan Bermotor di Kota Semarang. *Tesis*. Universitas Diponegoro.

Siregar, S. (2017). *Statistika Terapan Untuk Perguruan Tinggi* (Pertama). Jakarta: Kencana.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Soedomo, M. (2001). *Kumpulan Karya Ilmiah Pencemaran Udara*. Bandung: ITB.

Strode, S. A., Duncan, B. N., Yegorova, E. A., Kouatchou, J., Ziemke, J. R., & Douglass, A. R. (2015). Implications Of Carbon Monoxide Bias For Methane Lifetime And Atmospheric Composition In Chemistry Climate Models. *Atmospheric Chemistry And Physics*, 15(20), 11789–11805.

Sugiyono. (2009). *Statistik untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.

Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D.* Bandung: Alfabeta.

Suma'mur. (2009). *Hiegiene Perusahaan dan Keselamatan Kerja*. Jakarta : CV. Sagung Seto.

Syaputra, R., dan Sulistyorini, R. (2015). Analisis Pengaruh Hambatan Samping pada Pasar Bandarjaya Plaza sebagai Jalan Nasional. *The 18th FSTPT International Symposium*, Universitas Lampung, Bandar Lampung.

Tjasyono, B. (2004). *Klimatologi*. Bandung: ITB.

Ul-Haq, Z., Rana, A. D., Ali, M., Mahmood, K., Tariq, S., & Qayyum, Z. (2015). Carbon Monoxide (Co) Emissions And Its Tropospheric Variability Over Pakistan Using Satellite-Sensed Data. *Advances In Space Research*, 56(4), 583–595.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan.

Vadrevu, K. P., Ohara, T., & Justice, C. (2014). Air pollution in Asia. *Editorial, Environmental Pollution*, 195, 233–235.

Wardhana, A.W. (2004). *Dampak Pencemaran Lingkungan*, Cetakan III. Yogyakarta: Andi Offset.

Weinstock, B., & Hiromi Niki. (1972). Carbon Monoxide Balance In Nature. *Science*, *176*(4032), 290–292.

William, Y., & Boedisantoso, R. (2015). *Analisis Beban Emisi Udara CO dan NO_2 akibat Sektor Transportasi Darat di Kota Probolinggo*. Jurnal Purifikasi, 15(2), 88–107.

Yulianti, S., Fitrianingsih, Y., & Jati, D. R. (2014). Analisis Konsentrasi Gas Karbon Monoksida (Co) Pada Ruas Jalan Gajah Mada Pontianak. *Jurnal Mahasiswa Teknik Lingkungan UNTAN*, *1*(1), 10.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Zeng, S., & Zhang, Y. (2017). The Effect of Meteorological Elements on Continuing Heavy Air Pollution: A Case Study in the Chengdu Area during the 2014 Spring Festival. *Atmosphere*, *8*(12), 71.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id