

ANALISIS KUALITAS UDARA AMBIEN KARBON MONOKSIDA (CO) DAN NITROGEN DIOKSIDA (NO₂) DIBEBERAPA TITIK KEMACETAN DI KOTA MANADO

Gabriele Christy Angelia*, Rahayu H. Akili*, Sri Seprianto Maddusa*

*Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sam Ratulangi Manado

ABSTRAK

Pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat energi dari komponen lain kedalam udara oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara turun sampai tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat konsentrasi karbon monoksida (CO) dan nitrogen dioksida (NO₂) di beberapa titik kemacetan di Kota Manado. Jenis penelitian ini menggunakan metode deskriptif berbasis laboratorium. Lokasi penelitian berdasarkan metode purposive sampling dilaksanakan di 3 titik kemacetan di Kota Manado yaitu Jalan Wolter Monginsidi, Jalan Raya Bethesda dan Jalan Pasar Karombasan. Pengukuran tingkat konsentrasi untuk CO menggunakan alat CO Meter dengan metode NDIR dan untuk NO₂ berdasarkan pada acuan SNI 7119.2.2017 tentang uji kadar nitrogen dioksida (NO₂) dengan metode Gness Saltzman menggunakan alat Impinger dan Spektro photometer. Waktu pengukuran dilaksanakan sebanyak 3 kali yakni pada interval waktu: pagi (06.00 - 09.00), siang (12.00 - 14.00), dan sore hari (16.00-18.00). Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan konsentrasi CO dan NO₂ di beberapa titik kemacetan di Kota Manado masih memenuhi syarat dengan rata-rata konsentrasi CO sebesar 2.926,6 µg/Nm³ dengan ambang batas 30.000 µg/Nm³ dan rata-rata konsentrasi NO₂ sebesar 1,0529 µg/Nm³ dengan ambang batas 400 µg/Nm³. Kesimpulan dari penelitian ini yaitu konsentrasi CO dan NO₂ di beberapa titik kemacetan di Kota Manado Masih memenuhi syarat (aman). sehingga disarankan kepada Pemerintah serta Masyarakat untuk bisa melakukan upaya/kegiatan yang menjaga kualitas udara di Kota Manado tetap sehat dan kepada masyarakat untuk menggunakan masker ketika beraktifitas diluar ruangan.

Kata Kunci: Pencemaran Udara, Karbon Monoksida, Nitrogen Dioksida

ABSTRACT

Air pollution is the entry or insertion of energy substances from other components into the air by human activity, so that the air quality drops to a certain level that causes ambient air cannot fulfill its function. This research aims at the level of concentration of carbon monoxide (CO) and nitrogen dioxide (NO₂) at several points of congestion in the Manado city. This type of research uses a descriptive method with a cross-sectional approach. The location of the study based on the purposive sampling method was carried out at 3 points of traffic jam in the Manado city, were Wolter Monginsidi Street (in front of the Transmart Star Square Bahu), Bethesda Highway and Karombasan Market Street. Measurement of concentration levels for CO uses the CO Meter tool with the NDIR method and for NO₂ based on the reference SNI 7119.2.2017 on testing levels of nitrogen dioxide (NO₂) with the Gness Saltzman method using the Impinger and Spectroscope photometer. The measurement is carried out 3 times, with the interval time: morning (06.00 - 09.00), afternoon (12.00 - 14.00), and evening (16.00-18.00). Based on the results of the study, the CO and NO₂ concentrations at several points of traffic in the city of Manado still meet the requirements with an average CO concentration of 2,926.6 µg / Nm³ with a threshold of 30,000 µg / Nm³ and an average NO₂ concentration of 1,0529 µg / Nm³ with a threshold of 400 µg / Nm³. The conclusion of this study is the concentration of CO and NO₂ at several points of traffic jams in the city of Manado is still eligible (safe). so it is recommended to the Government and the Community to be able to make efforts / activities that maintain air quality in the city of Manado remain healthy and to the community to use masks when outdoors activities.

Keywords: Air Polution, Carbon Monoxide, Nitrogene Dioxide

PENDAHULUAN

Peraturan pemerintah (PP) 41 tahun 1999 menyebutkan bahwa pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat energi dari komponen lain kedalam udara oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara turun sampai tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya. Pencemaran udara dalam bentuk gas yang ditambah ke atmosfer oleh aktivitas manusia yaitu karbon monoksida (CO), belerang dioksida (SO₂), nitrogen dioksida (NO₂) serta klor dan flour (Achmadi,, 2014).

Tingkat polusi udara tetap tinggi dibanyak bagian dunia. Data baru dari WHO perkiraan terbaru mengungkapkan jumlah korban jiwa 7 juta orang setiap tahun yang disebabkan oleh pencemaran udara luar dan rumah tangga. Polusi udara ambien menyebabkan sekitar 4,2 juta kematian pada tahun 2016, sementara polusi udara rumah tangga akibat memasak dengan bahan bakar dan teknologi yang berpolusi menyebabkan 3,8 juta kematian pada periode yang sama. (WHO, 2018). kementerian lingkungan hidup dan kehutanan di Indonesia sendiri tingkat pencemaran udara tertinggi yaitu di wilayah DKI Jakarta dengan indeks standard pencemaran udara berada dalam kategori sedang yakni 81 dari tingkat

baku mutu yang ditetapkan yaitu baik dengan nilai 0-51.

Kota manado merupakan kota terbesar kedua disulawesi setelah kota Makassar juga merupakan ibu kota dari Sulawesi Utara yang memiliki jumlah penduduk mencapai 430.790 jiwa yang memungkinkan untuk meningkatnya pula penggunaan kendaraan dalam menjalankan aktivitas, karena jumlah kendaraan yang cukup banyak juga dapat menyebabkan kemacetan. Di kota Manado sendiri masih terdapat beberapa titik-titik kemacetan dimana pada titik tersebut merupakan arus campuran antara kendaraan pribadi, angkutan umum dan sepeda motor yang cukup banyak, titik-titik kemacetan tersebut juga menjadi pusat dari aktivitas masyarakat dimana terdapat pedagang kaki lima serta masyarakat selaku pejalan kaki yang berpotensi terpapar oleh gas pencemar yang disebabkan oleh emisi kendaraan yakni CO dan NO₂ (Statistik Kota Manado, 2018).

Penelitian yang dilakukan di kota Manado oleh Sengkey (2011) menunjukan konsentrasi gas CO akibat lalulintas di ruas jalan Sam Ratulangi Manado berkisar 7242,99 µg/m³ sampai 15577,07 µg/m³, konsentrasi tersebut untuk pengkuran 24 jam sudah melewati ambang batas sesuai dengan PP RI NO.41 Tahun 1999 yakni 10000 µg/m³.

Penelitian yang sama juga dilakukan oleh Sianturi (2017) tentang analisa kadar NO_2 yang berlokasi di Sumatra Utra yakni di JL. Pasar Sutomo yaitu sebesar $107,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, konsentrasi tersebut belum melampaui ambang batas sesuai dengan PP RI NO.41 Tahun 1999 ($400 \mu\text{g}/\text{m}^3$) namun konsentrasi tersebut sudah dapat menunjukkan dampak terhadap responden yang terpapar dengan adanya keluhan saluran pernapasan yakni batuk.

Penelitian yang dilakukan oleh Putra tahun 2016 menunjukkan ada beberapa emisi gas buangan yang tinggi jika kondisi jalan dalam keadaan macet. Berdasarkan penjelasan diatas penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang Analisis Kualitas Udara Ambien Karbon Monoksida (CO) dan Nitrogen Dioksida (NO_2) di beberapa titik kemacetan di Kota Manado.

METODE

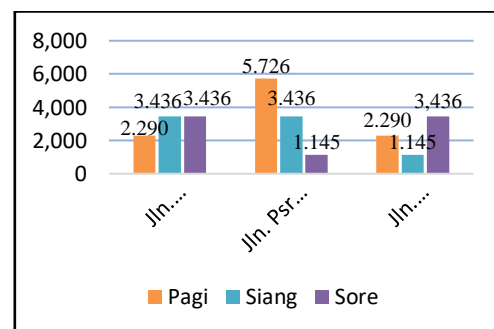
Jenis penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif berbasis laboratorium untuk melihat kualitas udara dengan parameter CO dan NO_2 di beberapa titik kemacetan dengan sampel penelitian ini adalah 3 lokasi yaitu Jalan Wolter Monginsidi (depan Transmart Starquer Bahu), Jalan Raya Bethesda dan Jalan Pasar Karombasan Manado dengan Waktu pengukuran dilaksanakan sebanyak 3 kali yakni pada interval

waktu: pagi (06.00 - 09.00), siang (12.00 - 14.00), dan sore hari (16.00-18.00). Waktu penelitian dari bulan Juni-Oktober 2019. Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis data univariat untuk melihat nilai minimum, nilai maksimum, dan nilai rata-rata pada setiap variabel penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat Konsentrasi Karbon Monoksida (CO)

Konsentrasi CO Pada 3 Titik Lokasi Kemacetan di Kota Manado dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Tingkat konsentrasi CO di 3 lokasi titik kemacetan di Kota Manado

Berdasarkan hasil pengukuran kualitas udara pada tanggal 23, 26 sampai 27 Agustus 2019 di 3 titik lokasi kemacetan di kota Manado dari hasil analisis ditemukan bahwa konsentrasi karbon monoksida (CO) masih jauh dibawah baku mutu yakni $30.000 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Rata-rata konsentrasi karbon monoksida adalah $2.926,6 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ yang

menunjukkan bahwa hasil tersebut masih memenuhi syarat atau tergolong baik. Keadaan ini diakibatkan karena pada sekitar titik lokasi penelitian terdapat pepohonan hijau yang berfungsi menyerap polutan-polutan yang ada disekitar titik lokasi pengukuran sehingga mempengaruhi keberadaan dari polutan-polutan udara pada saat pengukuran dilakukan. selain itu, saat ini sudah banyak kendaraan baik kendaraan roda empat maupun roda dua yang telah menggunakan bahan bakar yang nilai oktannya tinggi seperti Pertamax dan Pertalite yang memungkinkan proses pembakaran dalam mesin kendaraan lebih efisien sehingga emisi gas buangan yang dikeluarkan juga menjadi lebih kecil.

Hasil analisis dengan nilai tertinggi dari 3 titik lokasi penelitian terjadi pada titik lokasi Jalan Pasar Karombasan saat pengukuran pagi hari dengan hasil $5.726 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan nilai terendah terjadi pada 2 titik lokasi yakni Jalan Pasar Karombasan dan Jalan Wolter Monginsidi saat pengukuran sore dan siang hari dengan hasil $1.145 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Hasil tertinggi yang di peroleh dari hasil analisis dipengaruhi oleh jumlah kendaraan yang meningkat dimana pada pagi hari jalan ini memiliki aktivitas yang tinggi dan dilalui oleh berbagai jenis kendaraan seperti motor, angkutan umum, bus, dan truk, serta berbagai

jenis roda empat lainnya. Kendaraan merupakan polutan utama dari karbon monoksida. Di daerah perkotaan, diamati bahwa ada konsentrasi karbon monoksida yang relatif tinggi selama jam sibuk, baik di pagi hari, maupun di malam hari. Telah diperkirakan bahwa setiap liter bahan bakar yang dikonsumsi oleh kendaraan, sekitar 370 g karbon monoksida dilepaskan sebagai buangan gas kendaraan (Situmorang, 2017).

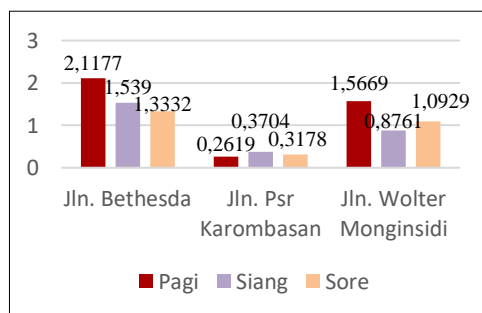
Penelitian pengukuran kualitas udara ambien CO yang dilakukan oleh Gorahe (2015) yang berlokasi di jalan Ahmad Yani didapati bahwa konsentrasi CO pada ruas jalan tersebut senilai 7 ppm ($8016.35 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$). Penelitian yang sama juga dilakukan oleh Sengkey (2011) yang melakukan pengukuran kualitas udara CO pada ruan jalan Sam Ratulangi Manado dengan hasil konsentrasi berkisar $7242,99 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sampai $15577,07 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kedua penelitian ini sama-sama mengemukakan bahwa keberadaan dari polutan CO di jalan raya yaitu karena adanya emisi dari kendaraan. Penelitian yang dilakukan di Jalan Pandanaran Kawasan Simpang Lima, Kota Semarang tahun 2014 menunjukkan bahwa jumlah kendaraan berbanding lurus dengan konsentrasi CO, dimana semakin tinggi jumlah kendaraannya semakin besar pula konsentrasi CO yang terukur (Sinaga, 2014). Hasil dari

penelitian ini menunjukkan bahwa keberadaan polutan CO masih berada dibawah baku mutu, namun harus tetap diwaspai karena berdasarkan penelitian yang dilakukan di Terminal Cicaheum tentang kualitas udara yang menunjukkan meski rata-rata nilai CO masih berada dibawah baku mutu namun paparannya dapat terakumulasi dalam tubuh responden dengan terbuktinya sebagian besar kadar HbCO responden mengalami peningkatan setelah sampling/pengukuran dilakukan (Fitriana, 2012).

Karbon monoksida selain berbahaya bagi kesehatan juga berdampak buruk bagi kualitas lingkungan, CO dapat mengakibatkan turunnya kualitas udara yang tentunya berdampak negatif bagi makhluk hidup maupun tumbuh-tumbuhan. Konsentrasi CO berlebih di atmosfer dapat meningkatkan efek rumah kaca (Sumantri, 2015).

Tingkat Konsentrasi Nitrogen Dioksida (NO₂)

Konsentrasi NO₂ Pada 3 Titik Lokasi Kemacetan di Kota Manado dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Tingkat konsentrasi NO₂ di 3 lokasi titik kemacetan di Kota Manado

Hasil pengukuran udara ambien di 3 lokasi kemacetan di kota Manado, rata-rata konsentrasi nitrogen dioksida (NO₂) adalah 1,0529 µg/Nm³ yang berarti hasil tersebut masih berada di bawah baku mutu 400 µg/Nm³. Kondisi ini diakibatkan karena disekitar lokasi pengukuran terdapat pepohonan hijau yang berfungsi menyerap polutan. sama halnya dengan yang telah dipaparkan dalam konsentrasi karbon monoksida (CO), saat ini sudah banyak kendaraan baik kendaraan roda empat maupun roda dua yang telah menggunakan bahan bakar yang nilai oktannya tinggi seperti Pertamina dan Peralite yang memungkinkan proses pembakaran dalam mesin kendaraan lebih efisien sehingga emisi gas buangan yang dikeluarkan juga menjadi lebih kecil.

Berdasarkan hasil analisis nilai tertinggi konsentrasi NO₂ terjadi pada pengukuran di titik lokasi Jalan Raya Bethesda pengukuran dipagi hari dengan hasil 2,1177 µg/Nm³ dan nilai terkecil konsentrasi NO₂ terjadi pada pengukuran di titik lokasi Jalan Pasar Krombasan pengukuran disore hari dengan hasil 0,3178 µg/Nm³. Penelitian yang dilakukan di 3 titik lokasi kemacetan pada tanggal 23,26 sampai 27 Agustus 2019 menunjukkan hasil

tertinggi yaitu saat pengukuran dipagi hari karena jumlah kendaraan meningkat pada waktu pengukuran tersebut khususnya kendaraan bermotor dan angkutan umum. Oksida nitrogen diproduksi terutama dari proses pembakaran bahan bakar fosil, seperti bensin, batubara dan gas alam (Astuti, 2016).

Penelitian yang dilakukan oleh Rahmatika (2017) di Kabupaten Magelang menunjukkan hasil konsentrasi NO_2 tertinggi tertapat pada lokasi Cluster III dengan hasil $62,77 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. penelitian ini menunjukkan bahwa sektor transportasi merupakan salah satu faktor terbesar yang mengakibatkan keberadaan NO_2 di jalan raya. Sumber utama NO_x adalah transportasi sebanyak 43%, industri 32% dan proses alam 5% (Putra, 2016).

Saluran pernapasan merupakan organ yang sangat berpengaruh ketika terpapar nitrogen dioksida. Bukti ilmiah menunjukkan keterpaparan NO_2 selama 30 menit hingga 24 jam akan menimbulkan efek yang merugikan bagi pernapasan yaitu inflamasi atau peradangan saluran pernapasan pada orang yang sehat serta peningkatan gejala pada penderita asma (U.S Environmental Protection Agency dalam Sakti 2012). Konsentrasi maksimum yang diizinkan untuk pemaparan okupasional (terkait pekerjaan) nitrogen

dioksida telah ditetapkan pada 8 ppm selama periode 8 jam. Namun, bahkan pada konsentrasi yang jauh lebih rendah, nitrogen dioksida menyebabkan peningkatan kejadian bronkitis akut pada anak-anak dan peningkatan hambatan jalan napas pada dewasa (Sodhi, 2015). Sama halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh Irawan tahun 2016 yang menunjukkan adanya hubungan positif dari analisis korelasi NO_2 terhadap kejadian ISPA (Irawan, 2016).

Udara yang telah tercemar oleh gas nitrogen oksida tidak hanya berbahaya bagi manusia dan hewan saja, tetapi juga berbahaya bagi kehidupan tanaman. Pengaruh gas NO_x pada tanaman antara lain timbulnya bintik-bintik pada permukaan daun. Pada konsentrasi yang lebih tinggi gas tersebut dapat menyebabkan nekrosis atau kerusakan pada jaringan daun (Wardhana, 2004). Selain itu, dampak dari NO_2 terhadap lingkungan sebagai sumber polutan yaitu menyebabkan hujan asam, asbut fotokimia dan aerosol yang tentunya berbahaya baik bagi lingkungan maupun terhadap kesehatan manusia dan hewan (Sodhi, 2015).

Faktor Meteorologi

Tabel 1. Gambaran Faktor Meteorologi beberapa Titik Kemacetan di Kota Manado

Titik Lokasi	Waktu Pengambilan	Tekanan (mmHg)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Kecepatan Angin (m/s)
Jln. Bethesda	Pagi	760	40,7	49	0,1
	Siang	760	42,2	44	0,6
	Sore	760	41,9	49	0,3
Jln. Psr Karombasan	Pagi	760	40,2	49	1,5
	Siang	760	42,4	44	1,0
Jln. Wolter Monginsidi	Sore	760	40,1	47	1,1
	Pagi	760	40,2	49	0,1
	Siang	760	42,2	44	1,1
	Sore	760	32,8	47	1,1
Nilai rata-rata		760	40,3	46,9	0,7

Hasil penelitian yang dilakukan pada 3 titik lokasi kemacetan di kota Manado diperoleh rata-rata untuk faktor tekanan adalah 760 mmHg dan hasil ini merupakan nilai yang sama untuk faktor tekanan di setiap titik lokasi penelitian. Untuk faktor suhu nilai rata-rata pada saat pengukuran adalah 40,3°C. Nilai tertinggi untuk faktor suhu terdapat pada pengukuran titik lokasi jalan Pasar Karombasan dengan hasil yaitu 42,4°C pengukuran saat pagi hari dan nilai terendah terdapat pada pengukuran titik lokasi jalan Wolter Monginsidi dengan hasil yaitu 32,8°C. Rata-rata nilai untuk faktor kelembaban adalah 46,9%. Nilai tertinggi untuk faktor kelembaban terdapat pada pengukuran di setiap titik lokasi penelitian yakni pada jalan Bethesda dengan hasil 49% pengukuran pagi dan sore hari serta jalan Pasar Karombasan dan jalan Wolter Monginsidi pada pengukuran pada pengukuran pagi hari dan nilai terendah

untuk faktor kelembaban adalah 44% dimana hasil ini terdapat di setiap titik lokasi penelitian pada pengukuran saat siang hari.

Berdasarkan hasil pengukuran untuk faktor kecepatan angin memiliki nilai rata-rata 0,7 m/s. Nilai tertinggi untuk faktor kecepatan angin dengan hasil 1,5 m/s yang terdapat pada titik lokasi jalan Pasar Karombasan pengukuran pagi hari dan untuk nilai terendah adalah 0,1 m/s yang terdapat pada 2 titik lokasi pengukuran yakni jalan Raya Bethesda dan jalan Raya Wolter Monginsidi pengukuran dipagi hari.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Hasairin (2018) menyatakan bahwa suhu lingkungan memiliki korelasi yang positif dengan keberadaan polutan CO di Medan Sungai Kota Medan. Berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Noviani (2013) yang menunjukkan bahwa suhu berbanding terbalik dengan konsentrasi pencemar (CO, NO₂ dan SO₂) yang dihasilkan yang artinya konsentrasi pencemar (CO, NO₂ dan SO₂) semakin rendah apabila suhu udara semakin tinggi. Sama hal dengan faktor kecepatan angin yang berdasarkan penelitian tersebut menunjukkan bahwa kecepatan angin berbanding terbalik dengan konsentrasi pencemar (CO, NO₂ dan SO₂) yang artinya konsentrasi pencemar akan semakin kecil ketika semakin besar kecepatan angin yang

berhembus karena konsentrasi pencemar (CO, NO₂ dan SO₂) akan terdispersi/menyebar ke segala arah (Noviani, 2013).

Kurniawati (2017) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa adanya hubungan antara kelembaban udara dengan konsentrasi CO di Terminal Mangkang dan Terminal Pangaron Semarang. Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Istirokhatun (2016) yang menyatakan bahwa ketika kelembaban udara yang rendah konsentrasi NO₂ akan rendah dan ketika konsentrasi tinggi terjadi ketika kelembaban udara tinggi..

KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kualitas udara ambien karbon moksida (CO) dan nitrogen dioksida (NO₂) di beberapa titik kemacetan di kota Manado masih berada dibawah baku mutu (memenuhi syarat).

SARAN

1. Bagi Pemerintah Atau Pengambil Kebijakan
 - a. Kegiatan pemantauan kualitas udara secara menyeluruh.
 - b. Dinas pertanaman bekerja sama dengan BPLH perawatan pepohonan dan tanaman penyerap polusi di sepanjang

jalan raya terutama daerah rawan kemacetan.

- c. Kegiatan uji emisi bagi kendaraan-kendaraan bermotor secara berkala.

2. Bagi Masyarakat

Saran yang tepat bagi masyarakat yakni selalu melakukan perawatan mesin dari kendaraan serta uji emisi secara.

3. Bagi Peneliti

Saran untuk peneliti selanjutnya agar melakukan penelitian serupa namun pemeriksaannya dilakukan pada individu, agar masyarakat dapat mengetahui lebih jelas dampak dari pencemaran udara yang dapat mempengaruhi kesehatan manusia

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi U. 2014. *Dasar-Dasar Penyakit Berbasis Lingkungan*. Jakarta: PT Raja Grafindo.
- Astuti D. 2016. *Pengetahuan Tentang udara*. PT Sarana Panca Karya Nusa
- Fitriana D, Oginawati K. 2012. *Studi Paparan Gas Karbon Monoksida Dan Dampaknya Terhadap Pekerja Di Terminal Cicaheum Bandung Study Of Carbon Monoxide Gas Exposure And Its Eff*. Jurnal Teknik Lingkungan Volume 18 Nomor 1. <https://ftsl.itb.ac.id/wp-content/uploads/sites/8/2018/06/3.-Dara-Fitriana-environmental-health.pdf>. Di unduh pada tanggal 9 september 2019
- Gorahe I, Jansen F. 2015. *Pemodelan Hubungan Antara Arus Lalu Lintas Dan Polusi Udara (Co)*

- (Studi Kasus : Ruas Jalan Sam Ratulangi Depan Indo Meubel, Ruas Jalan Ahmad Yani Depan Koni Dan Ruas Jalan Piere Tendean Samping Patung Pahlawan). *Jurnal Sipil Statik*. Vol 3, No 7. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/8918>. Di unduh pada tanggal 9 september 2019
- Hasairin A, Siregar R. 2018. *Deteksi Kandungan Gas Karbon Monoksida (Co) Hubungan Dengan Kepadatan Lalu-Lintas Di Medan Sunggal, Kota Medan*. *Jurnal Biosains*. Vol 4, No 1. <https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/biosains/article/view/9841>. Di unduh pada tanggal 9 september 2019
- Irawan A, dkk. 2016. *Indeks Standar Pencemaran Udara, Faktor Meteorologi Dan Infeksi Saluran Pernapasan Akut Di Pekanbaru*. *Berita Kedokteran Masyarakat*. Vol 33, No 5. <https://jurnal.ugm.ac.id/bkm/article/view/12669>. Di unduh pada tanggal 9 september 2019
- Istirokhatun, N. Titik, R. Citra. 2016. *Kontribusi Parameter Meteorologi dan Kondisi Lalu Lintas Terhadap Konsentrasi Pencemar NO₂ di Kota Semarang*. *Jurnal Presipitasi* Vol 12 (2). <http://eprints.undip.ac.id/27502> / diunduh pada 24 Mei 2019
- Kurniawati I, dkk. 2017. *Indikator Pencemaran Udara Berdasarkan Jumlah Kendaraan Dan Kondisi Iklim (Studi Di Wilayah Terminal Mangkang Dan Terminal Penggaron Semarang)*. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*. Volume 12. No. 2. <https://jurnal.unimus.ac.id/index.php/jkmi/article/view/3171>. Di unduh pada tanggal 9 september 2019
- Noviani ,dkk. 2013. *Pengaruh Jumlah Kendaraan Dan Faktor Meteorologis (Suhu, Kecepatan Angin) Terhadap Peningkatan Konsentrasi Gas Pencemar Co, No₂, Dan So₂ Pada Persimpangan Jalan Kota Semarang (Studi Kasus Jalan Karangrejo Raya, Sukun Raya, Dan Ngesrep Timur V)*. *DIPOIPTEKS* Vol. 1, No. 1. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/dipoipteks/article/view/5466>. Di unduh pada tanggal 9 september 2019
- Nurhayati. 2013. *Pencemaran Lingkungan*. Bandung: Yrama Widya
- Peraturan Pemerintah. 1999. *Peraturan Pemerintah RI Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara*. Jakarta : Pemerintah Republik Indonesia
- Putra D, dkk. 2016. *Analisis Hubungan Antara Kemacetan Dan Polusi Udara Di Jalan Sultan Abdurahman Pontianak*. *Jurnal Teknik sipil* Vol 2 (2) <http://jurnal.untan.ac.id/index.php/JMHMS/article/view/16138> di unduh pada 15 juni 2019
- Rahmatika N. 2017. *Analisis Risiko Paparan Nitrogen Dioksida (NO₂) Dari Polutan Ambien Terhadap Kesehatan Masyarakat Di Kabupaten Magelang Tahun 2015*. Skripsi (Online). <http://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/35931>. Di unduh pada tanggal 9 september 2019
- Sakti E. 2012. *Tinjauan Tentang Kualitas Udara Ambien (NO₂, SO₂, Total Suspended Particulate) Terhadap Kejadian ISPA Di Kota Bekasi Tahun 2004-2011*. Skripsi (Online). <http://lib.ui.ac.id/bo/uibo/detail.jsp?id=>

20319917&lokasi=lokal. Di unduh pada tanggal 9 september 2019

WHO (World Health Organization). 2018. *Polusi Udara*

Sengkey S, dkk. 2011. *Tingkat Pencemaran Udara CO Akibat Lalu Lintas Dengan Prediksi Polusi Udara Skala Mikro*. Jurnal Ilmiah Media Engineering. Vol 1 (2) <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jime/article/view/4218> di unduh pada 15 juni 2019

Sianturi, Novita. 2017. *Analisa Kadar CO dan NO₂ di Udara Berdasarkan Tingkat Frekuensi Lalu Lintas dan Keluhan Gangguan Saluran Pernapasan Pada Pedagang Kaki Lima di Pasar* Horas Tahun 2017. Skripsi. <http://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/1350> di unduh pada 24 Juni 2019

Sinaga S, dkk. 2014. *Pengaruh Jumlah Kendaraan Dan Faktor Meteorologi Terhadap Konsentrasi Karbon Monoksida (Co) Di Jalan Pandanaran Kawasan Simpang Lima, Kota Semarang*. Jurnal Teknik Lingkungan. Vol 3, No 1 (2014). <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/tlingkungan/article/view/4639>. Di unduh pada tanggal 9 september 2019

Situmorang M. 2017. *Kimia Lingkungan*. Depok: Rajawali Pers

Sodhi G. 2015. *Konsep Dasar Kimia Lingkungan*. Jakarta: EGC

Statistik Kesejahteraan Rakyat Kota Manado 2018

Sumantri A. 2015. *Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Prenada Media Group.

Wardhana, Wisnu Arya. 2008. *Dampak Pencemaran Lingkungan (Edisi Revisi)*. Yogyakarta: Penerbit Andi