

INDEKS STANDAR PENCEMAR UDARA POLUTAN KARBON MONOKSIDA DI TERMINAL MALENGKERI KOTA MAKASSAR*Air Pollutant Index of Carbon Monoxide in Malengkeri Terminal, Makassar City***Deddy Alif Utama¹**¹Universitas Muhammadiyah Kalimantan TimurEmail: dau475@umkt.ac.id**ABSTRAK**

Salah satu sektor yang berperan penting dalam penurunan kualitas udara diseluruh dunia adalah transportasi. Di antara polutan yang berasal dari sektor transportasi dan berpotensi menyebabkan penurunan kualitas udara, karbon monoksida (CO) adalah salah satu yang paling berbahaya dari polutan lainnya. Indeks standar pencemar udara diukur untuk menilai potensi pajanan yang dihasilkan oleh karbon monoksida di Terminal Malengkeri Kota Makassar. Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif deskriptif. Sampel adalah udara ambien di sekitar wilayah Terminal Malengkeri. Sampel udara ambien diukur melalui dua tahap pengukuran yaitu pada saat awal pekan (senin-rabu) dan pada saat akhir pekan (Kamis-sabtu) sebanyak tiga kali dalam sehari (pagi, siang, dan sore) dalam rentang waktu 1 jam pengukuran untuk melihat konsentrasi CO. Delapan titik pengukuran dipilih pada wilayah Terminal Malengkeri. Dari hasil penelitian, terdapat peningkatan konsentrasi CO sebesar 22,44% antara awal pekan dan akhir pekan baik untuk pengukuran 1 jam maupun 8 jam. Adapun konsentrasi rata-rata karbon monoksida dalam sepekan untuk seluruh titik sampel dengan pengukuran 8 jam adalah sebesar 252,29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, dengan nilai tertinggi dimiliki oleh titik sampel 4 yaitu sebesar 454,02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Nilai ISPU polutan CO di Terminal Malengkeri Kota Makassar sebesar 2.193,84. Nilai tersebut dikategorikan sebagai berbahaya bagi setiap makhluk hidup yang menghirupnya. Nilai ISPU tertinggi berasal dari titik 4 yaitu sebesar 3.948,03 dan dikategorikan sebagai berbahaya. Nilai tersebut lebih tinggi sekitar 44,43% dari nilai ISPU rata-rata untuk seluruh titik pengukuran.

Kata kunci: ISPU, karbon monoksida, terminal bus**ABSTRACT**

One sector that plays an important role in reducing air quality throughout the world is transportation. Among pollutants originating from the transportation sector and potentially causing a decrease in air quality, carbon monoxide (CO) is one of the most dangerous of other pollutants. The air pollution index was measured to assess the potential exposure produced by carbon monoxide at Malengkeri Terminal, Makassar City. This research is descriptive quantitative. Samples are ambient air around the Malengkeri Terminal area. The ambient air sample was measured through two stages of measurement, namely weekdays (Monday-Wednesday) and weekends (Thursday-Saturday) on three times a day (morning, afternoon, and evening) within 1-hour measurement period to see CO concentration. Eight sampling points were selected in the Malengkeri Terminal area. From the results of the study, there was an increase in CO concentration of 22.44% between weekdays and weekend for both 1-hour and 8-hour measurements. While the average concentration of carbon monoxide in a week for all sampling point with an 8-hour measurement was 252.29, with the highest value corresponding to sampling point 4 which was equal to 454.02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. The ISPU value of CO pollutants at Malengkeri Terminal was 2,193.84. This value was categorized as dangerous for every living thing that breathes it. In addition, if viewed based on sampling point, the highest ISPU value was obtained from sampling point 4, which was 3,948.03 and categorized as dangerous. This value was around 44.43% higher than the average ISPU value for all sampling points.

Keywords: ISPU, carbon monoxide, bus terminal

PENDAHULUAN

Pencemaran udara saat ini telah menjadi masalah yang cukup vital bagi masyarakat terlebih bagi para pekerja, baik yang bekerja di dalam ruangan maupun yang bekerja di luar ruangan¹. Hal ini dapat terlihat dari semakin beragamnya efek kesehatan yang didokumentasikan dengan baik dari hasil penelitian ekstensif yang dilakukan di berbagai wilayah diseluruh dunia. Efek kesehatan yang terjadi juga bervariasi tergantung pada jenis dan kuantitas bahan pencemar. Sebagai contoh di China, pajanan gas NO₂, O₃ dan CO bertanggung jawab terhadap sebagian besar kasus kardiovaskular, sedangkan pajanan PM (*Particulate Matter*) bertanggung jawab terhadap tingginya kasus yang berkaitan dengan kehamilan^{2, 3}. Selain itu, penemuan zat karbon monoksida di dalam paru-paru mumi pada suatu penelitian di Mesir telah menimbulkan asumsi-asumsi bahwa pencemaran udara telah secara luas mempengaruhi manusia bahkan pada masa lampau^{4, 5}.

Salah satu sektor yang berperan penting dalam penurunan kualitas udara diseluruh dunia adalah transportasi. Transportasi dinilai sebagai pokok permasalahan masalah pencemaran udara dikarenakan sampai saat ini sebagian besar kendaraan masih menggunakan bahan bakar

fosil⁶. Bahkan pada tahun 2011, bahan bakar fosil mewakili 82% dari total pasokan energi primer dunia⁷. Di Cina dan India kaitan antara polutan yang berasal dari sektor transportasi dan kesehatan dibuktikan dengan semakin meningkatnya tingkat kematian akibat polutan dari sektor transportasi masing-masing sebesar 5% dan 12% setiap tahunnya^{8, 9}. Di Indonesia, perkembangan sektor industri dan transportasi juga sangat tergantung pada bahan bakar minyak. Konsumsi tahunan minyak mentah dari tahun 1996 hingga tahun 2005 adalah di kisaran 355 hingga 420 juta barel. Sebagai sumber energi yang paling banyak dikonsumsi, minyak mentah digunakan di lebih dari setengah jumlah sumber energi yang dikonsumsi di Indonesia¹⁰.

Polutan yang dihasilkan dari sektor transportasi sangat sulit untuk dihindari karena emisi dari kendaraan sebagian besar terjadi pada ketinggian yang sangat rendah seperti contohnya di kota-kota besar¹¹. Di Sulawesi Selatan khususnya di daerah Mamminasata, walaupun jumlah kendaraan yang lulus uji emisi selama tiga tahun (2007 – 2011) mengalami peningkatan, namun beberapa parameter seperti hirokarbon justru mengalami peningkatan sampai dua kali lipat dari nilai ambang batas yang telah

ditetapkan¹². Penelitian lainnya mengungkapkan bahwa emisi kendaraan telah menjadi sumber dominan dari beberapa polutan udara termasuk karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂), senyawa organik volatil (VOC), nitrogen oksida (NO_x), dan partikel (PM).

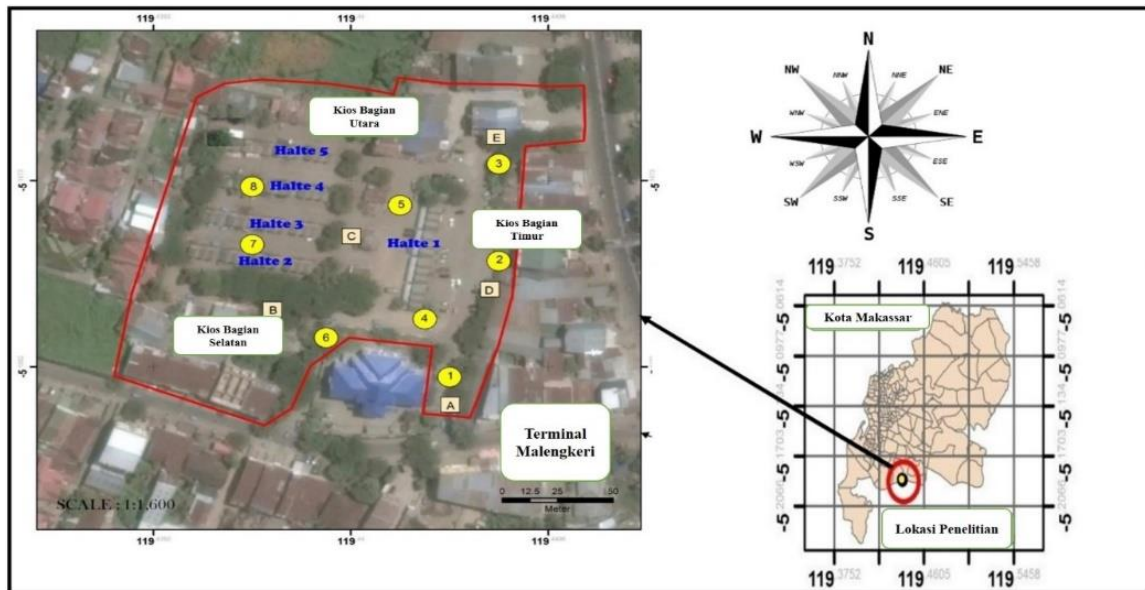
Di antara polutan lain yang berasal dari sektor transportasi, karbon monoksida (CO) adalah salah satu yang paling berbahaya dari polutan lainnya. CO diklasifikasikan sebagai “polutan yang menyerang sistem pernapasan” sub-kelompok “asfiksia”, yaitu merupakan polutan yang memiliki dampak atau efek pada sistem pernapasan. Jumlah polutan CO di udara adalah 0,032% dari total seluruh polutan CO yang berasal dari pembakaran yang tidak sempurna. Meskipun terdapat konsentrasi CO yang lebih rendah ditemukan pada udara ambien, namun berbagai penelitian telah menemukan bahwa konsentrasi rendah tersebut berhubungan dengan peningkatan risiko morbiditas dan mortalitas kardiovaskular^{13, 14}.

Salah satu lokasi yang dinilai rawan pencemaran udara adalah di terminal bus/angkutan kota. Terminal bus/angkutan kota ini digunakan oleh jutaan penumpang, dimana kendaraan-kendaraan di dalamnya menghasilkan asap yang beracun setiap harinya. Pada tahun 1988, Badan

Perlindungan Lingkungan AS menerapkan standar emisi untuk terminal bus/angkutan kota, namun sampai saat ini belum ada bukti kuantitatif terkait hubungan antara polusi di kawasan terminal dengan kondisi kesehatan masyarakat¹⁵. Sehingga, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui gambaran indeks standar pencemar udara polutan karbon monoksida di Terminal Malengkeri, Kota Makassar sebagai gambaran awal terkait konsentrasi polutan CO dalam hubungannya dengan dampak kesehatan yang dihasilkan.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif deskriptif. Sampel adalah udara ambien di sekitar wilayah Terminal Malengkeri. Sampel udara ambien diukur melalui dua tahap pengukuran yaitu pada saat awal pekan (senin-rabu) dan pada saat akhir pekan (kamis-sabtu) sebanyak tiga kali dalam sehari (pagi, siang, dan sore) dalam rentang waktu 1 jam pengukuran untuk melihat konsentrasi CO. Delapan titik pengukuran dipilih pada wilayah Terminal Malengkeri yaitu 1 titik pada pintu masuk terminal, 1 titik pada pintu keluar terminal, 4 titik pada area parkir angkutan umum, dan 2 titik pada halte bus antar kota. Berikut peta wilayah pengambilan sampel pada penelitian ini:



Gambar 1. Lokasi penelitian (1-8 = titik sampling; A = pintu masuk terminal; B, C, D = area parkir angkutan umum/bus; E = pintu keluar terminal)

Konsentrasi polutan karbon monoksida diperoleh dari hasil pengukuran sampel udara yang dilakukan oleh Petugas BTKLPP Kelas I Makassar pada lokasi penelitian menggunakan *teddler bag* dan pompa vakum serta di analisis menggunakan metode *Non-*

Dispersive Infrared (NDIR). Selanjutnya, data yang telah diperoleh tersebut digunakan untuk menentukan indeks standar pencemar udara (ISPU). Batas ISPU didasarkan pada satuan internasional, seperti pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Indeks Standar Pencemar Udara dan Nilai Ambang Batas Masing-Masing Polutan

Indeks	*PM ₁₀ (24 jam)	*SO ₂ (24 jam)	*CO (8 jam)	*O ₃ (1 jam)	*NO ₂ (1 jam)
50	50	80	5	120	**
100	150	365	10	235	**
200	350	800	17	400	1130
300	420	1600	34	800	2260
400	500	2100	46	1000	3000
500	600	2620	57.5	1200	3750

* $\mu\text{g}/\text{m}^3$

** Tidak ada indeks nilai yang dapat dilaporkan pada konsentrasi rendah dengan pajanan jangka pendek

Sumber: Environmental Protection Agency (EPA), 2014

Berdasarkan tabel 1 diatas, selanjutnya rumus yang digunakan untuk menghitung ISPU sebagai berikut:

$$I_p = \frac{I_{Hi} - I_{Lo}}{BP_{Hi} - BP_{Lo}} (C_p - BP_{Lo}) + I_{Lo} \quad (1)$$

Keterangan:

- I_p = Nilai indeks polutan "P"
- C_p = Nilai pengukuran polutan di udara ambien
- BP_{Hi} = Konsentrasi polutan batas atas berdasarkan satuan internasional
- BP_{Lo} = Konsentrasi polutan batas bawah berdasarkan satuan internasional
- I_{Hi} = ISPU polutan batas atas berdasarkan satuan internasional
- I_{Lo} = ISPU polutan batas bawah berdasarkan satuan internasional

Namun, dalam pengukuran indeks standar pencemar udara untuk polutan CO diperlukan waktu 8 jam pengukuran sedangkan sampel CO di lapangan diukur

selama 1 jam pengukuran. Hal ini dapat diantisipasi dengan menggunakan konstanta canter, sebagai berikut:

$$C_1 = C_2 \left(\frac{t_2}{t_1}\right)^p \quad (2)$$

Keterangan:

- C_1 = Konsentrasi rata-rata polutan berdasarkan standar ISPU ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- C_2 = Konsentrasi rata-rata polutan berdasarkan pengukuran di lapangan ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- t_2 = waktu rata-rata berdasarkan pengukuran di lapangan (jam)
- t_1 = waktu rata-rata berdasarkan pengukuran standar ISPU (jam)
- p = Konstanta canter (0,186)

Setelah menghitung ISPU, selanjutnya ISPU tersebut dikategorikan berdasarkan tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Dampak Kesehatan ISPU

Indeks	Kategori	Dampak
1 – 50	Baik	Tidak memberikan efek kesehatan pada manusia ataupun hewan dan tidak berpengaruh pada tumbuhan, bangunan, atau nilai estetika.
51 – 100	Sedang	Tidak memberikan efek kesehatan pada manusia ataupun hewan tetapi berpengaruh pada tumbuhan yang sensitif dan nilai estetika.
101 – 199	Tidak sehat	Bersifat merugikan pada manusia ataupun kelompok hewan yang sensitif atau bisa menimbulkan kerusakan pada tumbuhan dan nilai estetika.
200 – 299	Sangat tidak sehat	Merugikan kesehatan pada sejumlah segmen populasi yang terpapar.
≥ 300	Berbahaya	Berbahaya bagi seluruh segmen populasi secara umum dan dapat merugikan kesehatan yang serius.

Sumber: Environmental Protection Agency (EPA), 2014

HASIL

Sampel udara ambien diukur selama 1 jam untuk mendapatkan konsentrasi karbon monoksida di lokasi penelitian, selanjutnya dilakukan konversi menggunakan konstanta canter dengan standar 8 jam pengukuran. Berdasarkan data dari tabel 3, diantara seluruh titik pengukuran pada saat awal pekan, titik sampel 4 memiliki nilai konsentrasi polutan CO yang tertinggi yaitu sebesar 522,21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ untuk pengukuran 1 jam dan 354,71 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ untuk pengukuran 8 jam. Sedangkan pada saat akhir pekan, titik sampel 2 memiliki nilai konsentrasi

polutan CO yang tertinggi yaitu sebesar 844,96 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ untuk pengukuran 1 jam dan 573,93 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ untuk pengukuran 8 jam. Jika dilihat perbandingan antara awal pekan dan akhir pekan baik untuk pengukuran 1 jam maupun 8 jam, terdapat peningkatan konsentrasi CO sebesar 22,44%. Adapun konsentrasi rata-rata karbon monoksida dalam sepekan untuk seluruh titik sampel dengan pengukuran 8 jam adalah sebesar 252,29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dengan nilai tertinggi dimiliki oleh titik sampel 4 yaitu sebesar 454,02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabel 3. Konsentrasi Polutan

Titik sampel	Periode pengukuran	Konsentrasi CO 1 jam pengukuran ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Konsentrasi CO standar ISPU (8 jam pengukuran) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Konsentrasi CO rata-rata sepekan (8 jam pengukuran) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	Awal pekan	244.16	165,84	277,13
	Akhir pekan	571.84	388,42	
2	Awal pekan	356.90	242,42	408,18
	Akhir pekan	844.96	573,93	
3	Awal pekan	250.87	170,40	307,01
	Akhir pekan	653.10	443,61	
4	Awal pekan	522.21	354,71	454,02
	Akhir pekan	814.64	553,34	
5	Awal pekan	283.58	192,62	177,65
	Akhir pekan	239.49	162,67	
6	Awal pekan	477.99	324,67	252
	Akhir pekan	263.99	179,31	
7	Awal pekan	273.43	185,73	203,68
	Akhir pekan	326.29	221,63	
8	Awal pekan	341.61	232,04	226,51
	Akhir pekan	325.35	221	
Total	Awal pekan	333.95*	226,83	252,29
	Akhir pekan	408.91*	277,75	

* Median

Sumber: Data Primer, 2018

Dengan didapatkannya data konsentrasi rata-rata CO dalam sepekan yaitu sebesar 252,29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ maka dilakukan perhitungan untuk mengukur tingkat indeks standar pencemar udara pada Terminal Malengkeri Kota Makassar. Berikut perhitungan tingkat ISPU polutan

CO pada terminal Malengkeri Kota Makassar:

$$Ip = \frac{I_{Hi} - I_{Lo}}{BP_{Hi} - BP_{Lo}} (C_p - BP_{Lo}) + I_{Lo}$$

$$Ip = \frac{500-400}{57,5-46} (252,29 - 46) + 400$$

$$Ip = \frac{100}{11,5} (206,29) + 400$$

$$Ip = 2193,84$$

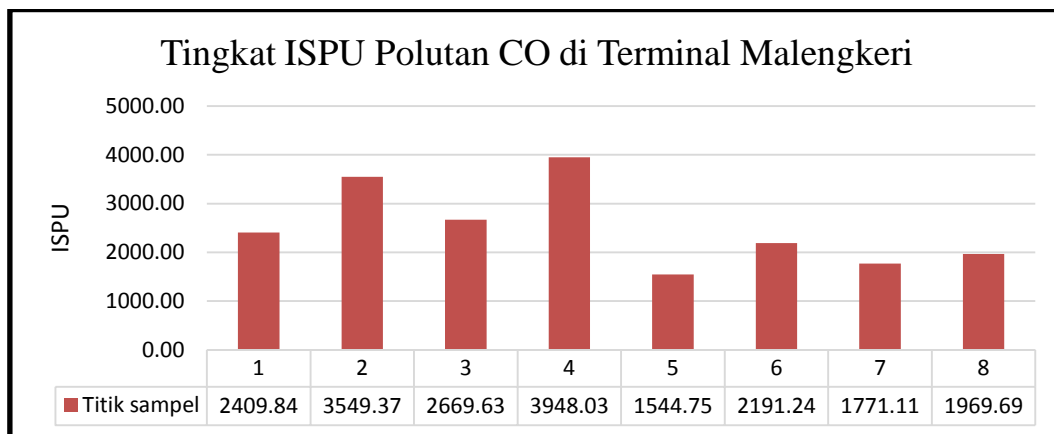
Tabel 4. Indeks Standar Pencemar Udara di Terminal Malengkeri

Parameter	Konsentrasi CO rata-rata sepekan (8 jam pengukuran) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ISPU	Kategori
Min	177,65		
Max	454,02	2.193,84	Berbahaya
Mean	252,29		
SD	99,66		

Sumber: Data Primer, 2018

Berdasarkan hasil perhitungan dan data pada tabel 4 diatas, nilai ISPU polutan CO di Terminal Malengkeri Kota Makassar sebesar 2.193,84. Nilai tersebut dikategorikan sebagai berbahaya bagi setiap makhluk hidup yang menghirupnya. Selain itu jika dilihat berdasarkan titik

pengambilan sampel (Gambar 2), nilai ISPU tertinggi berasal dari titik 4 yaitu sebesar 3.948,03 dan dikategorikan sebagai berbahaya. Nilai tersebut lebih tinggi sekitar 44,43% dari nilai ISPU rata-rata untuk seluruh titik pengukuran.



Gambar 2. Indeks standar pencemar udara (ISPU) pada setiap titik sampel

PEMBAHASAN

Saat ini, kendaraan bermotor merupakan salah satu dari penyebab utama terjadinya pencemaran udara di wilayah Indonesia. Mulai dari tahun 2001, tercatat bahwa jumlah kendaraan bermotor di Indonesia meningkat dari 21 juta kendaraan menjadi 37 juta kendaraan pada tahun 2004. Sekitar 71% dari jumlah tersebut, merupakan kendaraan berjenis sepeda motor atau *scooter* yang kurang memiliki suku cadang yang mendukung upaya penyehatan udara. Lebih lanjut, keseluruhan sepeda motor tersebut menggunakan bensin sebagai bahan bakar utamanya, yang memiliki dampak yang buruk pada kesehatan akibat polutan yang dihasilkan¹⁰. Efek jangka panjang yang dihasilkan oleh polutan dari kendaraan bermotor adalah infeksi dan radang pernapasan, disfungsi kardiovaskular, dan kanker. Oleh karena itu, polusi udara dikaitkan dengan jutaan kematian secara global setiap tahun¹⁶.

Hasil penelitian kami menunjukkan bahwa secara umum konsentrasi CO pada saat akhir pekan lebih tinggi jika dibandingkan dengan awal pekan yaitu sebesar 22,44%. Hal tersebut sesuai dengan beberapa penelitian dimana pada saat akhir pekan banyak orang yang berlibur dan menggunakan kendaraan bermotor seperti sepeda motor, bus, dan

beberapa kendaraan umum lainnya. Hal tersebut berdampak pada peningkatan konsentrasi polutan di udara, namun hanya terjadi pada beberapa jenis polutan¹⁷⁻¹⁹. Di Nigeria, sebuah penelitian telah dilakukan dimana didapatkan hasil bahwa kondisi kepadatan lalu lintas menjadi penyebab utama tingginya konsentrasi polutan di udara²⁰. Kepadatan lalu lintas ini terjadi pula di kawasan terminal. Hal tersebut dikarenakan terminal khususnya di Terminal Malengkeri tidak hanya digunakan untuk tempat transit bus namun juga digunakan untuk transit angkutan umum mengambil penumpang¹⁹.

Jika dilihat dari nilai ISPU, tingkat pencemaran akibat polutan CO sudah masuk ke dalam kategori berbahaya karena telah melebihi angka 300 sesuai dengan standar yang ditetapkan EPA. Hal ini berarti, karbon monoksida akan memberikan dampak kesehatan pada seluruh populasi, baik manusia, hewan, maupun tumbuhan. Penelitian di Malaysia, mengungkapkan bahwa tingginya konsentrasi polutan di negara tersebut sebagian diakibatkan adanya polusi lintas negara karena pembakaran hutan di Indonesia. Asap hasil pembakaran tersebut mengandung beberapa polutan termasuk di dalamnya karbon monoksida. Hal ini berakibat tingginya angka ISPU di negara tersebut selama tahun 2010-2015²¹.

Penelitian lainnya di Kota Medan menunjukkan bahwa setelah dilakukan mapping kondisi ISPU di kota tersebut, dari beberapa kelurahan yang menjadi lokasi pengukuran, beberapa diantaranya masuk ke dalam kategori tidak sehat dan sangat tidak sehat. Penyebab utama kondisi tersebut adalah karena kepadatan lalu lintas terutama di beberapa jalan protokol²².

Karbon monoksida merupakan gas yang beracun, tidak berwarna, dan tidak berbau. Polutan ini sangat berpengaruh terhadap kesehatan karena mengikat hemoglobin lebih kuat daripada oksigen. Sifat ini menghasilkan pembentukan karboksihemoglobin (COHb) yang 200 kali lebih stabil dibandingkan oksihemoglobin (HbO)²³. Penelitian yang dilakukan di China menemukan bahwa manusia akan menunjukkan beberapa gejala termasuk di dalamnya sakit kepala, pusing, dan bahkan mual-mual jika menghirup gas karbon monoksida. Hal ini terjadi karena, karbon monoksida dapat dengan mudah menghasilkan induksi

tekanan oksidatif dan reaksi peradangan. Karbon monoksida yang berasal dari atmosfer juga dapat merusak fungsi neurologis jantung dan mempengaruhi sistem saraf pusat, sampai akhirnya menyebabkan kematian²⁴. Pada penelitian di Pontianak, polisi lalu lintas di daerah tersebut mengaku telah mengalami beberapa keluhan kesehatan yang sangat mirip dengan gejala keracunan gas CO seperti sakit kepala, batuk, mual, serta sesak nafas pada saat bertugas di jalan²⁵. Sehingga dari beberapa kasus, secara umum karbon monoksida dapat menyebabkan berbagai masalah pernapasan dan masalah lain yang berhubungan dengan sistem saraf seperti vertigo akut. Dalam pengaruhnya terhadap pernapasan, karbon monoksida berikatan dengan hemoglobin dalam sel darah merah, sehingga mengurangi kemampuannya untuk mengangkut dan melepaskan oksigen ke seluruh tubuh. Paparan moderat CO dapat pula memperburuk fungsi kerja jantung dan mempengaruhi kinerja otak dan hati^{26, 27}.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa jika dilihat perbandingan antara awal pekan dan akhir pekan baik untuk pengukuran 1 jam maupun 8 jam, terdapat peningkatan konsentrasi CO sebesar

22,44%. Adapun konsentrasi rata-rata karbon monoksida dalam sepekan untuk seluruh titik sampel dengan pengukuran 8 jam adalah sebesar 252,29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dengan nilai tertinggi dimiliki oleh titik sampel 4

yaitu sebesar 454,02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Nilai ISPU polutan CO di Terminal Malengkeri Kota Makassar sebesar 2.193,84. Nilai tersebut dikategorikan sebagai berbahaya bagi setiap makhluk hidup yang menghirupnya. Selain itu jika dilihat berdasarkan titik pengambilan sampel, nilai ISPU tertinggi berasal dari titik 4 yaitu sebesar 3.948,03 dan dikategorikan sebagai berbahaya. Nilai tersebut lebih tinggi sekitar 44,43% dari nilai ISPU rata-rata untuk seluruh titik pengukuran.

Identifikasi indeks standar pencemar udara ini akan memberikan kontribusi berharga bagi pemerintah dan pemangku kepentingan terkait. Sehingga

diperlukan langkah-langkah konkret dalam melindungi para pengguna maupun masyarakat di sekitar Terminal Malengkeri. Langkah-langkah yang dapat ditempuh adalah membuat kebijakan terkait nilai ambang batas polutan khusus untuk kawasan terminal bus/angkutan umum, membatasi jumlah angkutan yang masuk ke dalam terminal bus/angkutan dengan membuat jadwal operasi terminal, dinas kesehatan dapat melakukan penyuluhan terkait dampak polutan yang terhirup manusia serta mewajibkan penggunaan APD seperti masker pada saat memasuki kawasan terminal.

DAFTAR PUSTAKA

1. Hauptmann M, Lubin JH, Stewart PA, Hayes RB, Blair A. Mortality from solid cancers among workers in formaldehyde industries. *American Journal of Epidemiology*. 2004;159(12):1117-30.
2. Shang Y, Sun Z, Cao J, Wang X, Zhong L, Bi X, et al. Systematic review of Chinese studies of short-term exposure to air pollution and daily mortality. *Environment international*. 2013;54:100-11.
3. Jacobs M, Zhang G, Chen S, Mullins B, Bell M, Jin L, et al. The association between ambient air pollution and selected adverse pregnancy outcomes in China: a systematic review. *Science of the Total Environment*. 2017;579:1179-92.
4. Kelly FJ, Fussell JC. Air pollution and public health: emerging hazards and improved understanding of risk. *Environmental geochemistry and health*. 2015;37(4):631-49.
5. Zweifel L, Büni T, Rühli F. Evidence-based palaeopathology: meta-analysis of PubMed-listed scientific studies on ancient Egyptian mummies. *HOMO- Journal of Comparative Human Biology*. 2009;60(5):405-27.

6. US Environmental Protection Agency. Greenhouse Gas Emissions. 2017.
7. World Energy Council. World Energy Resources 2013 Survey: Summary. London; UK:World Energy Council, 2013.
8. OECD. The Cost of Air Pollution: Health Impacts of Road Transport: OECD Publishing. 2014.
9. Saikawa E, Kurokawa J-i, Takigawa M, Borcken-Kleefeld J, Mauzerall DL, Horowitz LW, et al. The impact of China's vehicle emissions on regional air quality in 2000 and 2020: a scenario analysis. *Atmospheric Chemistry and Physics*. 2011;11:9465-84.
10. Santosa SJ, Okuda T, Tanaka SJCS, Air, Water. Air pollution and urban air quality management in Indonesia. 2008;36(5- 6):466-75.
11. Kumar A, Tripathi S, editors. Study of Vehicular Pollution and its Mitigation Measures. KIIT International Symposium on Advances in Automotive Technology; 2014.
12. ppesumapapua. Status Lingkungan Hidup Ekoregion MAMMINASATA (Makassar, Maros, Sungguminasa dan Takalar). *Hidup KL*,2013.
13. Burnett RT, Cakmak S, Brook JR, Krewski D. The role of particulate size and chemistry in the association between summertime ambient air pollution and hospitalization for cardiorespiratory diseases. *Environmental health perspectives*. 1997;105(6):614.
14. Bell ML, Peng RD, Dominici F, Samet JM. Emergency hospital admissions for cardiovascular diseases and ambient levels of carbon monoxide: results for 126 United States urban counties, 1999–2005. *Circulation*. 2009;120(11):949-55.
15. Ngo NSJM. Analyzing the relationship between bus pollution policies and morbidity using a quasi-experiment. 2015;94(37).
16. Ghorani-Azam A, Riahi-Zanjani B, Balali-Mood MJ, Jorimstojou IUoMS. Effects of air pollution on human health and practical measures for prevention in Iran. 2016;21.
17. Shang J, Zheng Y, Tong W, Chang E, Yu Y, editors. Inferring gas consumption and pollution emission of vehicles throughout a city. *Proceedings of the 20th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining*; 2014: ACM.
18. Davis LWJJoPE. The effect of driving restrictions on air quality in Mexico City. 2008;116(1):38-81.

19. Utama DA, Daud A, Masni. The Risk Assessment due to the Exposure of CO and NO₂ in the Traders in Malengkeri Terminal Area, Makassar City. 2015;24.
20. Njoku KL, Rumide TJ, Akinola MO, Adesuyi AA, Jolaoso AOJJoAS, Management E. Ambient air quality monitoring in metropolitan city of Lagos, Nigeria. 2016;20(1):178–85.
21. Rani NLA, Azid A, Khalit SI, Juahir H, Samsudin MSJPJoES. Air Pollution Index Trend Analysis in Malaysia, 2010-15. 2018;27(2).
22. Turmuzi M, Suryati I, Mashaly E, Batubara F, editors. Analysis of carbon monoxide (CO) with Delhi Finite Line Source (DFLS) in MT Haryono Street, Medan City. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering; 2018: IOP Publishing.
23. Fardiaz S. Polusi air dan udara: Kanisius. 1992.
24. Yang C, Yang H, Guo S, Wang Z, Xu X, Duan X, et al. Alternative ozone metrics and daily mortality in Suzhou: the China Air Pollution and Health Effects Study (CAPES). 2012;426:83-9.
25. Setyowati NJJTLLB. Potensi Gangguan Kesehatan Polisi Lalu Lintas Akibat Karbon Monoksida (CO). 2014;1(1).
26. Fierro MA, O'Rourke MK, Burgess JL. Adverse health effects of exposure to ambient carbon monoxide. University of Arizona Report. 2001.
27. Yusuf KA, Oluwole S, Abdusalam IO, Adewusi GR. Spatial patterns of urban air pollution in an industrial estate, Lagos, Nigeria. International Journal of Engineering Inventions. 2013;2(4):1-9.