

KONTRIBUSI PARAMETER METEOROLOGI DAN KONDISI LALU LINTAS TERHADAP KONSENTRASI PENCEMAR NO₂ DI KOTA SEMARANG

Titik Istirokhatun^{*)}, Elaeis Noviani Ratnasari, Sudarno

Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275
Email: * titik.istirokhatun@undip.ac.id

ABSTRACT

Air pollution and its public health effects are drawing increasing concern from the environmental health research community, environmental regulatory agencies, industries as well as public. Nitrogen dioxide (NO₂) is one of those common air pollutants that potentially major cause health problems. Transportation contributed most of the air pollution. In addition, the number of vehicles that are passing and queuing on the crossroads because of traffic light can affect the concentration of NO₂. Besides, in these places there are a lot of road users which are potentially exposed by contaminants, so information about the concentration of NO₂ on road side is important to know. This study aimed to investigate the impact of meteorological factors and the number of vehicles on NO₂ concentrations. Impinger fritted bubbler was used for air sampling, and Griess Saltzman method was used for determining NO₂ concentration. Sampling and calculation of the number of passing vehicles were performed 3 times ie in the morning, afternoon and evening. Based on the results of the study, the highest concentrations of NO₂ were on the range of 0.7-4.2 mg/Nm³.

Keywords: NO₂ concentration, meteorology, number of vehicle

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dari seluruh pencemar yang diemisikan ke udara, transportasi adalah sektor yang berkontribusi lebih dari 50% pencemar udara berupa oksida nitrogen, karbon monoksida dan lebih dari 25 % untuk parameter hidrokarbon (UCSUSA, 2014). Data yang ditunjukkan EPA (2012) menguatkan bahwa 70-83% pencemar udara disumbangkan oleh kendaraan bermotor. Kendaraan bermotor baik truk, bus, mobil maupun sepeda motor menghasilkan pencemar udara baik saat kendaraan tersebut digunakan, pengisian bahan bakar, proses manufaktur maupun saat pasca pakai. Perkembangan jumlah kendaraan bermotor di kota besar semakin menjadikan sektor transportasi sebagai sumber pencemar yang dominan.

Polusi udara dengan konsentrasi tinggi sangat merugikan karena dapat berefek buruk pada kesehatan, termasuk peningkatan morbiditas dan mortalitas yang berkaitan erat dengan system pernafasan

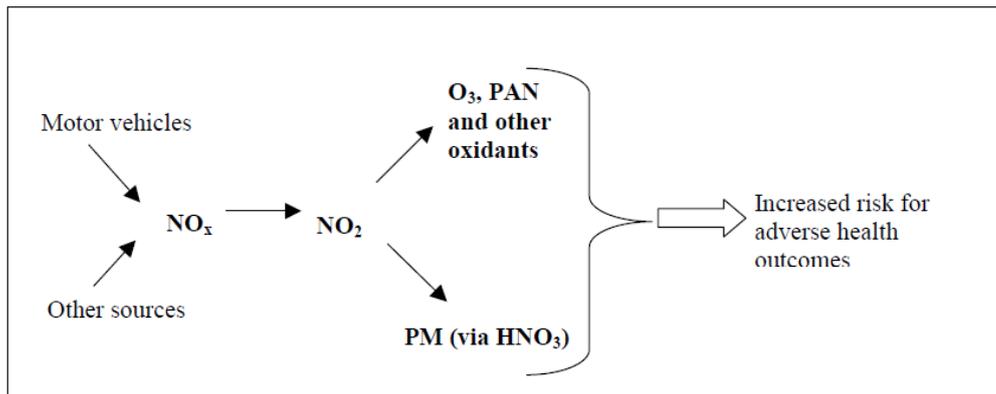
dan kardiovaskular (Carey dkk, 2013 dan Jiang dkk, 2015). Oleh karena itu pengetahuan mengenai kualitas udara ambien menjadi informasi mendesak untuk diketahui. Aspek penting yang harus diperhatikan dalam mengkaji karakteristik dan kecenderungan pencemaran udara bukan hanya pada emisi dari polutan tersebut namun juga pada faktor meteorologi pada area objek studi (Barmpadimos dkk, 2011).

Oksida Nitrogen merupakan salah satu jenis pencemar udara yang tidak hanya diemisikan dari industri namun juga dari sektor transportasi dengan kontribusi sebanyak 80-90% (Okoroafor, 2014). Gas ini sangat reaktif, memiliki karakteristik tak berwarna (*colorless*) dan tak berbau (*odourless*). Oksida-oksida nitrogen terdiri dari NO, NO₂ dan gas-gas lain yang terdiri dari nitrogen dan oksigen dengan komposisi yang bervariasi. NO₂ memiliki karakteristik khusus yaitu berwarna cokelat kemerahan dan menjadi penting untuk diperhatikan karena perannya yang besar sebagai perkursor untuk sejumlah polutan

udara sekunder yang berbahaya, termasuk asam nitrat, bagian nitrat aerosol anorganik sekunder dan oksidan foto, termasuk ozon (Dominick dkk, 2012).

Menghirup udara yang mengandung NO_2 dapat mengiritasi saluran pernapasan atas dan paru-paru. Pada konsentrasi rendah sekalipun, dapat menyebabkan penyakit kardiovaskular (Chang dkk, 2005). Pada konsentrasi yang sangat tinggi, hanya dengan napas tunggal dapat menyebabkan keracunan parah. Hal ini mengindikasikan besarnya peran oksida nitrogen sebagai prekursor yang meningkatkan pembentukan PM sekunder dengan reaksi kimia di atmosfer (Dominick dkk, 2012). Lebih lanjut Mousazadeh, 2009 menyatakan bahwa akibat terpapar NO_2 akan menimbulkan masalah pada paru-paru dan alat pernafasan, mata dan tenggorokan yang sensitive, gangguan produksi met-hemoglobin dan berdampak pada indera penciuman dan rongga hidung.

Ketinggian sumber emisi dari permukaan tanah merupakan salah satu aspek penting di antara faktor-faktor yang mempengaruhi konsentrasi pencemar udara yang lain, karena semakin tinggi titik emisi kemungkinan polutan mengalami penyebaran di udara semakin besar, sehingga konsentrasi yang akan diterima oleh objek paparan akan menurun. Pada konsentrasi yang sama, maka pencemar yang dikeluarkan dari sumber yang lebih tinggi memiliki potensi dilusi dan dispersi lebih besar dibanding sumber emisi dengan jarak yang lebih dekat dengan permukaan tanah. Sedangkan pencemar udara dari sektor transportasi diemisikan dengan jarak yang dekat dengan permukaan tanah. Oleh karena itu perhatian pada sektor ini harus mendapat porsi yang besar karena tingkat resiko yang diterima oleh objek yang terpapar pencemar yang cukup tinggi (Istirokhatun dkk, 2016).



Gambar 1. Hubungan emisi oksida nitrogen dengan pembentukan NO_2 dan pencemar sekunder lainnya (WHO, 2003)

Jalan raya dan lampu lalu lintas merupakan salah satu sarana dan prasarana dari transportasi darat. Undang-undang No.22/2009 menyebutkan bahwa lampu lalu lintas adalah alat pemberi isyarat yang mengendalikan arus lalu lintas yang terpasang di persimpangan jalan, tempat penyebrangan pejalan kaki (*zebra cross*), dan tempat lainnya. Banyaknya pengguna jalan yang melintas menyebabkan adanya antrian kendaraan yang berada di persimpangan jalan. Hal ini memungkinkan terjadinya peningkatan konsentrasi pencemar udara yang cukup signifikan. Emisi kendaraan bermotor dalam keadaan mesin menyala namun kendaraan pada posisi berhenti (*idling*) lebih buruk

kualitasnya dibandingkan ketika melaju. Kadar emisi gas buang pada saat berhenti dapat mencapai dua kali lipat dibandingkan emisi gas buangan pada saat kendaraan berjalan normal (Rima, 2004 dan EPA, 2012).

Sebagai kota besar sekaligus ibukota Propinsi Jawa Tengah, Semarang dipilih sebagai objek studi. Sementara itu, tiga persimpangan jalan yang digunakan sebagai objek studi yaitu Jalan Karangrejo Raya (A), Jalan Sukun Raya (B) dan Jalan Prof. Soedharto (C). Ketiga lokasi terletak di Kecamatan Banyumanik dan Tembalang, serta dekat dengan perguruan tinggi terkemuka di yaitu Universitas Diponegoro, Semarang. Selain itu, ketiga persimpangan

tersebut terletak di jalan kolektor, dan berdasarkan RTRW Kota Semarang, kawasan Tembalang dan Banyumanik dapat memungkinkan terjadinya peningkatan konsentrasi gas pencemar, karena Tembalang yang dialokasikan sebagai kawasan pendidikan mengharuskan adanya kemudahan akses untuk transportasi sehingga dapat disimpulkan banyaknya kendaraan yang melintas keluar masuk kawasan tersebut dapat meningkatkan konsentrasi gas pencemar salah satunya di persimpangan Jalan Prof Soedharto yang merupakan salah satu gerbang memasuki Universitas Diponegoro Semarang. Sedangkan kawasan Banyumanik yang merupakan *entrace point* Kota Semarang dari arah selatan, memungkinkan banyaknya kendaraan bermotor yang melintasi daerah tersebut salah satunya adalah persimpangan Jalan Sukun Raya dan Jalan Karangrejo Raya.

Ketiga lokasi penelitian terletak pada jalan persimpangan SLLL (Sinyal Lampu Lalu Lintas) yang letaknya dekat dengan Jalan Arteri Primer yaitu Jalan Perintis Kemerdekaan dan Jalan Setiabudi. Tata guna lahan di Jalan Karangrejo, Jalan Sukun Raya, dan Jalan Prof Soedharto digunakan sebagai lahan permukiman, pendidikan, dan perdagangan. Berdasarkan pengamatan di lapangan, arus lalu lintas yang terdapat di lokasi A, B dan C merupakan arus campuran antara kendaraan pribadi, angkutan umum, dan sepeda motor yang jumlahnya cukup banyak. Angkutan umum yang melewati jalan ini rata-rata adalah angkutan dalam kota. Lampu lalu lintas adalah suatu alat kendali (kontrol) dengan menggunakan lampu yang terpasang pada persimpangan dengan tujuan mengatur arus lalu lintas (Agifrilicia, 2009).

Selain jumlah kendaraan, penelitian ini juga menempatkan faktor meteorologi sebagai salah satu objek studi. Meteorologi adalah ilmu atmosfer yang mempelajari karakteristik elemen cuaca. Parameter ini berpengaruh besar pada dispersi dan penyisihan pencemar udara secara alami (Verma dan Desai, 2008). Dengan demikian, informasi meteorologi merupakan hal yang sangat penting dalam menentukan langkah-langkah pengendalian pencemaran udara dari berbagai sumber pencemar baik

industri maupun sistem transportasi. Oleh karena itu meteorologi menjadi faktor penting yang dipelajari. Berdasarkan teori inilah maka dalam penelitian ini diinvestigasi hubungan faktor meteorologi yang meliputi suhu, kelembaban udara dan kecepatan angin terhadap konsentrasi NO₂. Keterkaitan antara jumlah kendaraan yang melintas pada tiap persimpangan jalan juga menjadi bagian penting dari studi ini.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan-bahan yang diperlukan untuk pembuatan larutan penjerap yaitu hablur asam sulfanilat (H₂NC₆H₄SO₃H), larutan asam asetat glasial (CH₃COOH pekat), larutan induk N-(1-naftil) etilendiamin dihidroklorida (NEDA, C₁₂H₁₆Cl₂N₂), aseton (C₃H₆O) dan natrium nitrit (NaNO₂). Semua bahan yang digunakan tersebut merupakan kualitas p.a dan diperoleh dari Merck, Jerman.

Metode

Perhitungan jumlah kendaraan dilakukan dengan metode observasi, survey langsung ke lokasi dengan menggunakan *handtally counter*, faktor meteorologis menggunakan *digital anemometer* dengan memperhatikan suhu, kelembaban dan kecepatan angin, dan penjerapan pencemar NO₂ menggunakan *impinger fritted bubbler*.

Tempat pengambilan sampel penelitian terpilih adalah 3 persimpangan jalan yang ada di Kota Semarang yaitu Jalan Karangrejo Raya (A), Jalan Sukun Raya (B) dan Jalan Prof. Soedharto (C). Sampling di lapangan dilakukan selama 12 hari, dengan dua titik pengambilan sampel yaitu adalah lampu merah (titik satu) dan 150 meter dari lampu merah (titik dua). Pengambilan sampel dilakukan pada saat jam padat kendaraan (*peak hour*) yaitu pada pagi hari (07.00-08.00), siang hari (13.00-14.00), dan sore hari (16.00-17.00), masing-masing selama 1 jam.

Analisis laboratorium dilakukan untuk menghitung konsentrasi NO₂ dengan metode Griess Saltzman berdasarkan pada SNI 19-7119.2-2005 dan ASTM D1607-91(2011). Prosedurnya Gas NO₂ dijerap dalam larutan Griess Saltzman sehingga membentuk suatu senyawa *azo dye* berwarna merah muda yang stabil setelah

15 menit. Konsentrasi larutan ditentukan secara spektrofotometri pada panjang gelombang 550 nm.

Perhitungan dan pengolahan data menggunakan program *Microsoft Excel* dan program SPSS versi 16 untuk menganalisis

HASIL DAN PEMBAHASAN

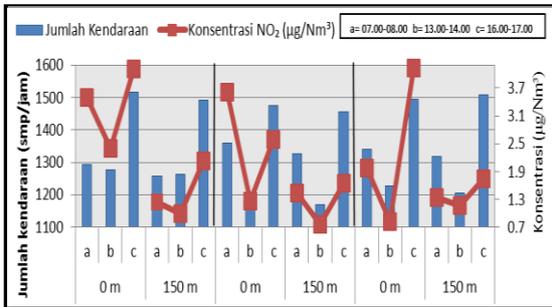
Pengaruh Jumlah Kendaraan terhadap Konsentrasi NO₂

Gambar 2 (A) menunjukkan di jalan A (Karangrejo Raya) terlihat konsentrasi tertinggi adalah 4,124 µg/Nm³ dengan jumlah kendaraan 1493 smp/jam pada titik lampu merah, sedangkan konsentrasi NO₂ terendah adalah sebesar 0,764 µg/Nm³ dengan jumlah kendaraan 1168 smp/jam pada titik 150 meter dari lampu merah. Pada Gambar 2 (B) sampling, di jalan B (Sukun Raya) menunjukkan bahwa konsentrasi tertinggi lah 4,082 µg/Nm³ dengan jumlah kendaraan 1852 smp/jam pada titik lampu merah dan konsentrasi NO₂ terendah 1,056 µg/Nm³ dengan jumlah kendaraan 1428 smp/jam pada titik 150 meter dari lampu merah. Di lokasi C Jl Prof Soedharto, konsentrasi tertinggi adalah

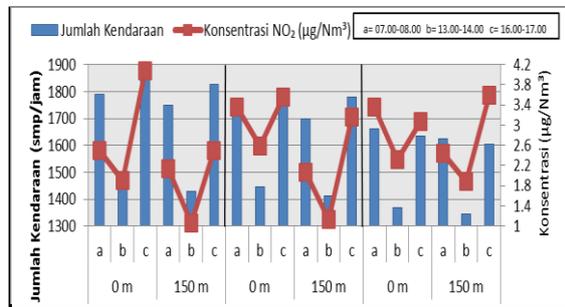
hubungan dan pengaruh suhu, kelembaban udara dan kecepatan angin terhadap konsentrasi NO₂ di udara ambien. Program SPSS juga digunakan untuk mendapatkan perbandingan konsentrasi NO₂ yang terjadi pada ketiga lokasi penelitian.

1,700 µg/Nm³ dengan jumlah kendaraan 3939 smp/jam, dan konsentrasi NO₂ terendah adalah sebesar 0,244 µg/Nm³ dengan jumlah kendaraan 2518 smp/jam pada titik 150 meter dari lampu merah.

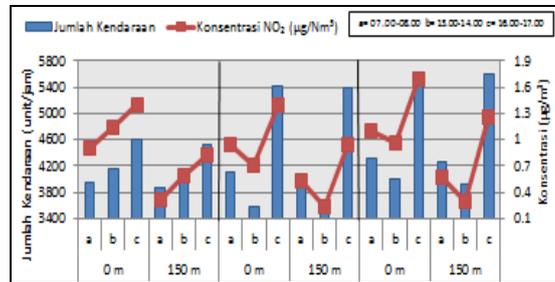
Secara keseluruhan, konsentrasi tertinggi terdapat di titik lampu merah pada waktu sore hari, sedangkan konsentrasi terendah terdapat di titik 150 meter dari lampu merah pada waktu siang hari. Dari Gambar 2 A, B, dan C dapat disimpulkan bahwa semakin banyak jumlah kendaraan, semakin tinggi nilai konsentrasi NO₂. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Donne (2006) di ruas Jalan Malioboro.



(A)

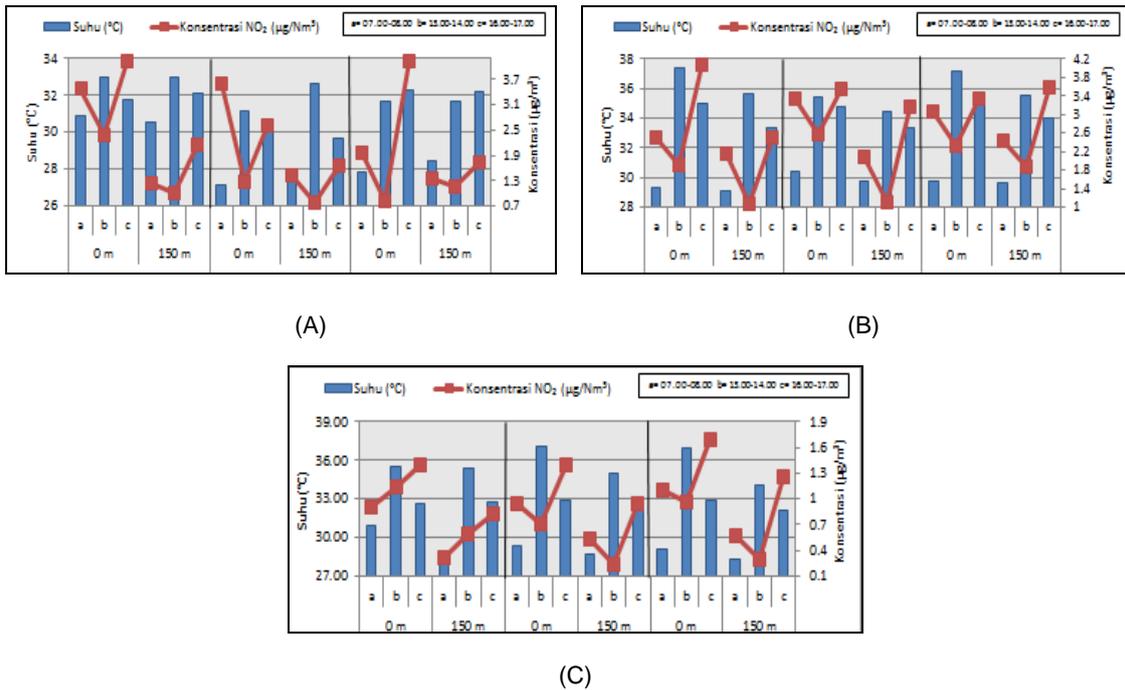


(B)



(C)

Gambar 2. Hubungan antara konsentrasi NO₂ dengan jumlah kendaraan (A) Jl. Karangrejo Raya, (B) Jl. Sukun Raya, (C) Jl. Prof. Soedharto



Gambar 3. Hubungan antara suhu dengan konsentrasi NO_2 (A) Jl. Karangrejo Raya, (B) Jl. Sukun Raya, (C) Jl. Prof. Soedharto

Pengaruh Faktor Meteorologis terhadap Konsentrasi NO_2

Selain dari faktor transportasi (jumlah kendaraan) konsentrasi NO_2 juga dipengaruhi oleh faktor meteorologis seperti suhu, kelembaban, dan kecepatan angin. Pada Gambar 3 (A) yang menunjukkan kondisi di Jl. A suhu berada pada range 27°-33°C, suhu tertinggi terjadi pada siang hari yaitu sebesar 32,95°C dengan konsentrasi 2,399 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (pada titik 1) dan 0,995 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (pada titik 2), sedangkan konsentrasi NO_2 tertinggi sebesar 4,124 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan suhu sebesar 32,25°C pada waktu sore hari di titik 1. Suhu terendah terjadi pada pagi hari yaitu sebesar 27,10°C dengan konsentrasi sebesar 3,608 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ di titik 1. Sedangkan konsentrasi NO_2 terendah sebesar 0,764 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan suhu 32,60°C pada waktu siang hari di titik 2.

Gambar 3 (B) di Jalan B suhu antara 29°-38°C, suhu tertinggi terjadi pada siang hari yaitu sebesar 37,40°C dengan konsentrasi 1,897 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (pada titik 1), sedangkan konsentrasi NO_2 tertinggi sebesar 4,082 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan suhu sebesar 35,00°C pada waktu sore hari di titik 1. Suhu terendah terjadi pada pagi hari yaitu sebesar 29,05°C dengan konsentrasi

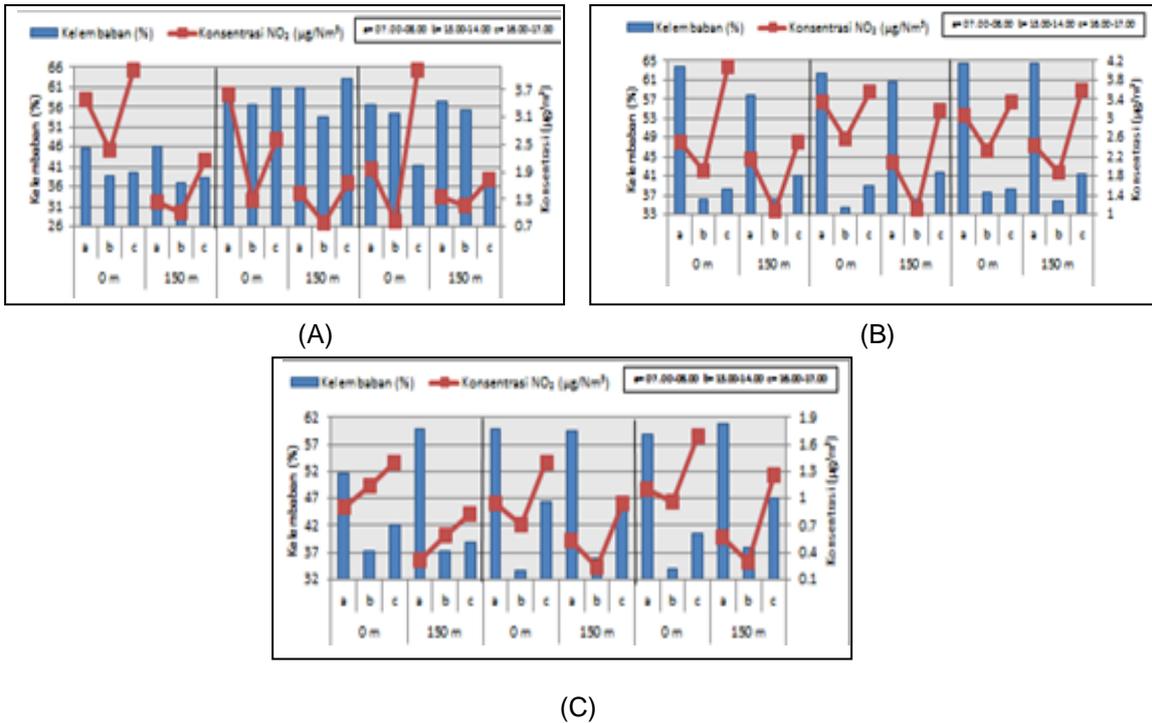
sebesar 2,143 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ di titik 2. Sedangkan konsentrasi NO_2 terendah sebesar 1,056 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan suhu 35,65°C pada waktu siang hari di titik 2.

Pada Gambar 3 (C) di Jalan C suhu pada range 28°-38°C, suhu tertinggi terjadi pada siang hari yaitu sebesar 37,10°C dengan konsentrasi 0,701 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (pada titik 1), sedangkan konsentrasi NO_2 tertinggi sebesar 1,700 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan suhu sebesar 32,85°C pada waktu sore hari di titik 1. Suhu terendah terjadi pada pagi hari yaitu sebesar 28,30°C dengan konsentrasi sebesar 0,569 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ di titik 2. Sedangkan konsentrasi NO_2 terendah sebesar 0,244 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan suhu 35,05°C pada waktu siang hari di titik 2.

Fardiaz (1992) menyatakan bahwa meningkatnya sinar matahari akan menyebabkan peningkatan sinar ultraviolet yang diikuti dengan kenaikan kadar Ozon (O_3) dan kadar NO_2 akan meningkat kembali saat intensitas matahari sudah sudah berkurang yaitu pada sore hari. Hal ini sesuai dengan hasil yang kita dapatkan di lapangan bahwa kondisi konsentrasi NO_2 pada siang hari dan sore hari berbeda. Selain dipengaruhi oleh jumlah kendaraan sebagai faktor utama, hal ini juga dipengaruhi oleh perbedaan temperatur

udara yang terjadi. Hasil yang sama diperoleh oleh Okoroafor (2014) bahwa

konsentrasi pencemar menurun seiring dengan meningkatnya temperatur.



Gambar 4. Hubungan kelembaban udara dengan konsentrasi NO₂ (A) Jl. Karangrejo Raya, (B) Jl. Sukun Raya, (C) Prof. Soedharto

Pada Gambar 4 (A) di Jalan A kelembaban antara 37-63%, kelembaban tertinggi di titik 2 pada pengambilan sampel di sore hari yaitu sebesar 63,10% dengan konsentrasi NO₂ sebesar 1,648 µg/Nm³. Sedangkan konsentrasi NO₂ tertinggi sebesar 4,124 µg/Nm³ dengan nilai kelembaban 41,10% di titik 1 pada pengambilan sampel di sore hari. Kelembaban terendah di titik 2 pada pengambilan sampel di siang hari sebesar 37,05% dengan konsentrasi NO₂ sebesar 0,995 µg/Nm³. Sedangkan konsentrasi NO₂ terendah sebesar 0,764 µg/Nm³ dengan nilai kelembaban 53,30% di titik 2 pada pengambilan sampel di siang hari.

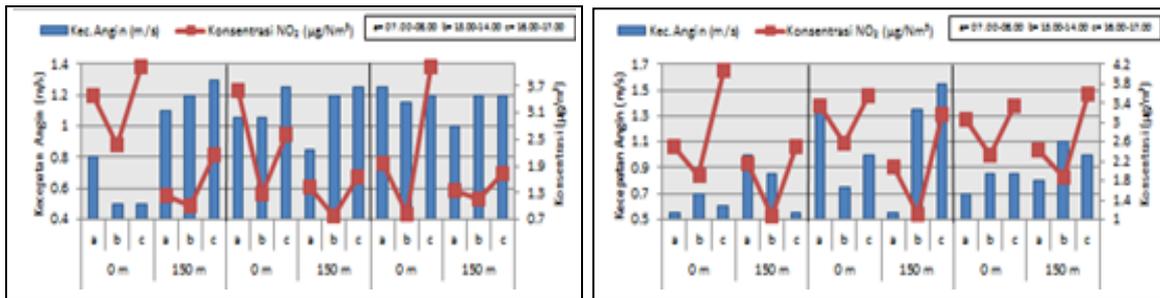
Pada Gambar 4 (B) di jalan B kelembaban pada range 34-65%, kelembaban tertinggi di titik 2 pada pengambilan sampel di pagi hari yaitu sebesar 64,55% dengan konsentrasi NO₂ sebesar 2,434 µg/Nm³, sedangkan konsentrasi NO₂ tertinggi sebesar 4,082 µg/Nm³ dengan nilai kelembaban 38,20% di

titik 1 pada pengambilan sampel di sore hari. Kelembaban terendah di titik 1 pada pengambilan sampel di siang hari sebesar 34,25% dengan konsentrasi NO₂ sebesar 2,588 µg/Nm³, sedangkan konsentrasi NO₂ terendah sebesar 1,056 µg/Nm³ dengan nilai kelembaban 36,15% di titik 2 pada pengambilan sampel di siang hari.

Pada Gambar 4 (C) di Jalan C kelembaban range diantara 33-61%, kelembaban tertinggi di titik 2 pada pengambilan sampel di pagi hari yaitu sebesar 60,65% dengan konsentrasi NO₂ sebesar 0,569 µg/Nm³, sedangkan konsentrasi NO₂ tertinggi sebesar 1,700 µg/Nm³ dengan nilai kelembaban 40,65% di titik 1 pada pengambilan sampel di sore hari. Kelembaban terendah di titik 1 pada pengambilan sampel di siang hari sebesar 33,55% dengan konsentrasi NO₂ sebesar 0,701 µg/Nm³, sedangkan konsentrasi NO₂ terendah sebesar 0,244 µg/Nm³ dengan nilai kelembaban 36,00% di titik 2 pada pengambilan sampel di siang hari.

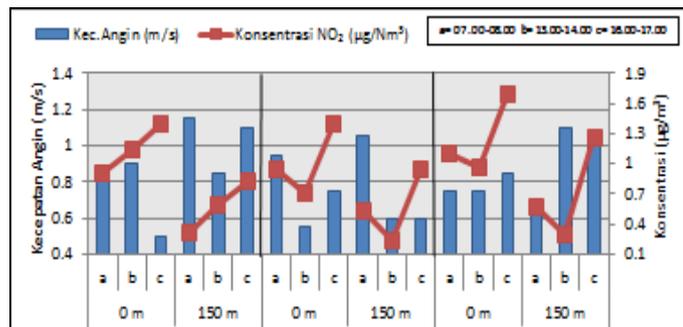
Kelembaban di lokasi pengambilan sampel berkisar diantara 33-64%. Pada grafik di atas kelembaban terendah terjadi pada siang hari karena suhu relatif lebih tinggi dibandingkan pada waktu pagi dan sore hari. Konsentrasi NO₂ terendah terjadi ketika kelembaban udara rendah dan konsentrasi tertinggi terjadi ketika kelembaban udara tinggi. Kelembaban

udara yang rendah berarti jumlah uap air yang dikandung udara rendah, pada saat itu dispersi udara akan terjadi lebih cepat karena udara dapat bergerak tanpa terhambat oleh uap air sehingga konsentrasi NO₂ disekitar lokasi pengambilan sampel menjadi rendah, begitu juga sebaliknya.



(A)

(B)



(C)

Gambar 5. Hubungan kecepatan angin dengan konsentrasi NO₂ (A) Jl. Karangrejo Raya, (B) Jl. Sukun Raya, (C) Prof. Soedharto

Pada Gambar 5 (A) di Jalan A menunjukkan kecepatan angin pada range 0,50-1,30 m/s, kecepatan angin yang terbesar adalah 1,30 m/s dengan konsentrasi 2,132 µg/Nm³ di titik 1 pada waktu sore hari. Konsentrasi tertinggi NO₂ adalah 4,124 µg/Nm³ dengan kecepatan angin 1,20 m/s di titik 1 pada waktu sore hari. Sedangkan kecepatan angin terkecil adalah 0,50 m/s dengan konsentrasi 2,399 µg/Nm³ (pada waktu siang hari) dan 4,118 µg/Nm³ (pada waktu sore hari) di titik 1. Konsentrasi terendah NO₂ adalah 0,764 µg/Nm³ dengan kecepatan angin 1,20 m/s di titik 2 pada waktu siang hari.

Pada Gambar 5 (B) di Jalan B terlihat kecepatan angin berada pada range 0,55-1,55 m/s, kecepatan angin yang terbesar adalah 1,55 m/s dengan konsentrasi 3,167 µg/Nm³ di titik 2 pada waktu sore hari. Konsentrasi tertinggi NO₂ adalah 4,082 µg/Nm³ dengan kecepatan angin 0,60 m/s di titik 1 pada waktu sore hari. Sedangkan kecepatan angin terkecil adalah 0,55 m/s dengan konsentrasi 2,504 µg/Nm³ (pada waktu pagi hari di titik 1), 2,490 µg/Nm³ (pada waktu sore hari di titik 2) dan 2,070 µg/Nm³ (pada waktu pagi hari di titik 2). Konsentrasi terendah NO₂ adalah 1,056

$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan kecepatan angin 0,85 m/s di titik 2 pada waktu siang hari.

Pada Gambar 5 (C) di Jalan C menunjukkan kecepatan angin pada range 0,50-1,15 m/s, kecepatan angin yang terbesar adalah 1,15 m/s dengan konsentrasi 0,325 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ di titik 2 pada waktu pagi hari. Konsentrasi tertinggi NO_2 adalah 1,700 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan kecepatan angin 0,85 m/s di titik 1 pada waktu sore hari sedangkan kecepatan angin terkecil adalah 0,50 m/s dengan konsentrasi 1,394 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ pada waktu sore hari di titik 1. Konsentrasi terendah NO_2 adalah 0,244 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan kecepatan angin 0,60 m/s di titik 2 pada waktu siang hari.

Kecepatan angin rata-rata di lokasi penelitian berkisar antara 0,5-1,60 m/s. konsentrasi terendah NO_2 terjadi pada saat kecepatan angin tinggi, begitu juga sebaliknya. Kecepatan angin yang rendah menyebabkan penyebaran udara ke ruang yang lebih luas menjadi lambat dan terakumulasi di sekitar lokasi penelitian sehingga konsentrasi NO_2 menjadi tinggi. Dapat ditarik kesimpulan bahwa kecepatan angin akan menentukan banyaknya NO_2 yang dapat terserap ke dalam alat *impinger*. Semakin tinggi kecepatan angin, konsentrasi NO_2 akan semakin kecil karena polutan terbawa angin menjauhi lokasi pengukuran. Semakin tinggi kecepatan angin, maka pencemar akan terdilusi melalui dispersi (Tasić dkk, 2013), sehingga, peningkatan kecepatan angin akan mempercepat terjadinya dispersi dan dilusi pencemar udara, sehingga tidak akan terkonsentrasi di lokasi tertentu (Verma dan Desai, 2008). Namun pada hasil yang telah ditampilkan dalam Gambar 3,4 dan 5 menunjukkan pengaruh yang tidak terlalu signifikan untuk suhu, kelembaban dan kecepatan angin terhadap konsentrasi NO_2 .

KESIMPULAN

Kondisi lalu lintas telah mempengaruhi terjadinya peningkatan konsentrasi NO_2 yang berpotensi pencemaran udara akibat aktivitas kendaraan bermotor di persimpangan Jalan Karangrejo Raya, Jl. Sukun Raya dan Jl. Prof. Soedharto. Jumlah kendaraan mempengaruhi konsentrasi NO_2 , di mana semakin banyak jumlah kendaraan yang melintas, konsentrasi NO_2 di udara ambien semakin tinggi. Dari faktor meteorologis yang diinvestigasi pada penelitian ini, berupa suhu, kelembaban udara dan kecepatan

angin, didapatkan bahwa faktor-faktor tersebut mempengaruhi namun tidak terlalu signifikan. Temuan ini berbeda dengan hasil penelitian Rathla dkk, (2015) yang menyebutkan bahwa faktor meteorologis berpengaruh sangat penting pada konsentrasi pencemar udara.

DAFTAR PUSTAKA

- Agifrilicia, F., 2009. *Analisis Hubungan Jumlah Antrian Kendaraan Bermotor terhadap Konsentrasi Gas CO pada Salah Satu Lengan Persimpangan Jalan Setiabudi Kota Semarang*. Laporan Tugas Akhir. Program Studi Teknik Lingkungan UNDIP: Semarang.
- ASTM D1607, 2011. *Standard test method for nitrogen dioxide content of the atmosphere (Griess-Saltzman Reaction)*, <https://www.astm.org/Standards/D1607.htm> diakses 2 September 2015.
- Barmpadimos, I., Hueglin, C., Keller, J., Henne, S., Prevot, A.S.H., 2011. *Influence of meteorology on PM_{10} trends and variability in Switzerland*, *Atmospheric Chemistry and Physics*. 11.1813-1835.
- Carey IM, Atkinson RW, Kent AJ, et al, 2013. Mortality associations with long-term exposure to outdoor air pollution in a national English cohort. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 187:1226-33.
- Chang, C.C., S.S. Tsai, S.C. Ho and C.Y. Yang, 2005. *Air pollution and hospital admissions for cardiovascular disease in Taipei, Taiwan*. *Environmental Research*, 98(1), 114-119 (2005).
- Dominick, D., Latif M.T., Juahir, H., Aris, A.Z., 2012. *An assessment of influence of meteorological factors on PM_{10} and NO_2 at selected stations in Malaysia*, *Sustainable Environment Research* 22(55), 305-315.
- Donne, S.D. 2006. Hubungan Kadar NO_2 Dengan Volume Kendaraan, Suhu, Kelembaban, Arah Dan Kecepatan Angin di Ruas Jalan (*Outdoor*) Dan Di Ruang Parkir Base Ment (*In Door*) (Studi Kasus: Malioboro Mall, Yogyakarta).
- Environmental Fact Sheet, 2012. *Motor Vehicles and Toxic Air Pollutants*, EPA Office of Transportation and Air Quality, New Hampshire.
- Fardiaz, Srikandi. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Kanisius: Yogyakarta.

- Istirokhatun, T., Agustini I.T., Sudarno, 2016. *Investigasi pengaruh kondisi lalu lintas dan aspek meteorologi terhadap konsentrasi pencemar So₂ di Kota Semarang*, Jurnal Presipitasi Vol. 13 No 1. <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/pr-esipitasi/article/view/11105/8729>
- Jiang X.Q., Mei, X.D., Feng, D., 2016. *Air pollution and chronic airway diseases: what should people know and do?* Journal of Thoracic Disease 8 (1) E31-E40.
- Mousazadeh, S., 2009. *Determination of Nitrogen oxides concentration in the atmosphere of the faculty of pharmacology's laboratories*, Iranian Journal of Toxicology Vol 2 No 4.
- Okoroafor Ucheje, 2014. *Influence of meteorological factors on vehicular emissions during wet season in South-South Nigeria*, Archives of Applied Science Research, 6 (4):162-164.
- Rathla, G.K.S., Sankarappa, T., Ashwajeet, J.S., Ramanna, R., 2015. *Effect of temperature, humidity and other physical parameters on air pollution in and around Belagavi, Karnataka, India*, International Research Journal of Environment Sciences, Vol. 4(7), 55-62.
- Rima, Yunita Dwi, 2004. *Studi Kualitas Udara di Persimpangan Jalan Berkaitan dengan Antrian Kendaraan Bermotor di Kota Padang*. Tesis, Semarang: Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro.
- SNI 19-7119.2-2005 Udara Ambien – Bagian 2: Cara uji kadar nitrogen dioksida (NO₂) dengan metoda Griess Saltzman menggunakan spektrofotometer.
- Tasić, V., Kovačević, R., Milošević, N., 2013. *Investigating the Impacts of Winds on SO₂ Concentrations in Bor, Serbia*, J. sustain. dev. energy water environ. syst., 1(2), pp 141-151.
- UCSUSA, Union of Concerned Scientist, 2014. *Car, Trucks and Air Pollution, Vehicles Air Pollution and Human Health*. <http://www.ucsusa.org/clean-vehicles/vehicles-air-pollution-and-human-health/cars-trucks-air-pollution> diakses 31 Agustus 2016.
- Verma, S.S., Desai, D. 2008. *Effect of Meteorological Conditions on Air Pollution of Surat City* J. Int. Environmental Application & Science, Vol. 3 (5): 358-367.
- World Health organization 2003, WHO Working Group Bonn, Germany 13–15 January 2003.