

Pengaruh Konsentrasi NO₂ Udara Ambien pada Daerah Padat Kendaraan Terhadap Konsentrasi NO₂ Udara Dalam Ruang (Studi Kasus di Kawasan Simpang Pulai Kota Jambi)

Anggrika Riyanti*, Peppy Herawati, Nyimas Hazana Pajriani

¹Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Batanghari

*e-mail : anggrika.riyanti@gmail.com

ABSTRAK

Sektor transportasi memberikan kontribusi yang cukup besar terhadap pencemaran udara. Peningkatan jumlah kendaraan bermotor dapat menyebabkan semakin meningkatnya pencemaran udara, salah satunya gas NO₂. Peningkatan pencemaran udara ambien dikhawatirkan akan berdampak pada pencemaran udara dalam ruang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan konsentrasi NO₂ pada udara ambien terhadap konsentrasi NO₂ udara dalam ruang. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan *purposive sampling* selama satu bulan di kawasan Simpang Pulai Kota Jambi. Hubungan konsentrasi NO₂ udara ambien dan konsentrasi NO₂ udara dalam ruang dianalisis dengan menggunakan korelasi *pearson*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara konsentrasi NO₂ udara ambien terhadap udara dalam ruang dengan nilai koefisien korelasi (*r*) sebesar 0,437. Nilai konsentrasi NO₂ tertinggi didapat pada minggu ketiga dengan nilai udara ambien sebesar 109,139 µg/m³ dan udara dalam ruang sebesar 70,133 µg/m³. Hasil analisis selama satu bulan menunjukkan bahwa konsentrasi NO₂ di kawasan Simpang Kawat Kota Jambi masih memenuhi standar baku mutu Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara sebesar 150 µg/m³.

Kata kunci : NO₂; Udara ambien; Udara dalam ruang

ABSTRACT

*Transportation sector has a very big influence in air pollution. Increase the number of vehicles will caused higher air pollution, such as NO₂. The increase in ambient air pollution is feared to have an impact on indoor air pollution. This study purposed is to determine the relationship between NO₂ concentration in ambient to indoor air. This study used kuantitatif methods with purposive sampling for one month in Simpang Pulai Jambi City. The relationship between NO₂ concentration of ambient air and indoor air was analyzed using simple pearson correlation. The result showed that there was no significant relationship between NO₂ concentration in ambient to indoor air with correlation value (*r*) is 0,437. The highest NO₂ concentration found on the third week in ambient 109,139 µg/m³ and indoor air 70,133 µg/m³. From analysis in one month showed that NO₂ concentration in Simpang Kawat Jambi City still meet the air quality standard (150 µg / m³) in Government Regulation Number 41 Year 1999 about Air Pollution Control.*

Keywords: NO₂; Ambient air; Indoor air

1. Pendahuluan

Seiring dengan perkembangan aktivitas manusia, transportasi menjadi sarana yang sangat penting dalam menunjang perkembangan mobilitas penduduk. Keberadaan kendaraan, terutama kendaraan bermotor dapat mempersingkat waktu tempuh sebuah perjalanan. Namun meningkatnya aktivitas kendaraan menyebabkan terjadinya kemacetan di berbagai ruas jalan.

Di kota besar, sektor transportasi menyumbang 60-70% terhadap peningkatan pencemaran udara, sedangkan gas buang dari cerobong asap industri hanya berkontribusi sekitar 10-15% (Ismiyati, 2014). Kendaraan bermotor akan mengemisikan berbagai jenis gas dan partikulat yang berdampak langsung terhadap pernapasan manusia. Penggunaan bahan bakar bensin pada kendaraan bermotor akan selalu mengeluarkan senyawa-senyawa seperti CO (karbon monoksida), THC (total hidro karbon), TSP (debu), NO_x (oksida nitrogen) dan SO_x (oksida-oksida sulfur).

Kota Jambi dengan jumlah penduduk sebanyak 583.487 jiwa mengalami tingkat kenaikan jumlah kendaraan setiap tahunnya mencapai 100 ribuan unit kendaraan (BPS, 2016). Jaya (2017) menyatakan bahwa peningkatan volume lalu lintas berbanding lurus dengan peningkatan nilai konsentrasi polutan NO₂. Hal ini menunjukkan semakin besar peningkatan volume kendaraan akan berakibat pada tingginya konsentrasi polutan NO₂ di Kota Jambi.

Daerah Simpang Pulai yaitu di Jalan Sultan Agung, Kelurahan Lebak Bandung, Kecamatan Jelutung merupakan salah satu persimpangan yang selalu ramai dilalui kendaraan. Lampu merah di kawasan Simpang Pulai ini menghubungkan 4 jalan antara lain Jalan Kolonel Abunjani, Jalan Prof. Dr. Muhammad Yamin, Jalan Sultan Agung dan Jalan M. Malik Ibrahim. Kawasan ini didominasi pertokoan, pemukiman dan perhotelan.

Dengan tingginya jumlah kendaraan yang lalu-lalang di lokasi ini, diperkirakan pencemaran udara dari

hasil emisi kendaraan akan mempengaruhi pencemaran udara di dalam ruang, khususnya pada kawasan pemukiman di sekitar jalan. Pencemaran udara dalam ruang menyebabkan masalah kesehatan yang lebih serius karena rata-rata manusia menghabiskan 75% dari waktu manusia di dalam ruangan. Dengan demikian, diperlukan penelitian mengenai pengaruh konsentrasi NO₂ pada udara ambien di sekitar jalan terhadap konsentrasi NO₂ udara dalam ruang di pemukiman daerah Simpang Pulai, Kota Jambi.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Lokasi penelitian adalah di Simpang Pulai Kota Jambi. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah konsentrasi NO₂ udara ambien, sedangkan yang menjadi variabel terikat adalah konsentrasi NO₂ udara dalam ruang.

Titik sampling ditentukan secara *purposive*. Kualitas udara ambien diambil pada 2 titik untuk udara ambien yaitu di pinggir jalan dan 2 titik untuk udara dalam ruang yaitu di rumah penduduk. Titik sampling udara ambien diambil pada lokasi Studio A dan Pos Polisi. Sedangkan untuk titik sampling udara dalam ruang diambil pada lokasi pemukiman penduduk Jln. Batam dan pemukiman penduduk Jln. Prof. DR. Moh. Yamin.



Gambar 1. Peta lokasi sampling

Alat yang digunakan untuk pengambilan sampel NO₂ adalah *passive sampler*. *Passive sampler* diletakkan pada tiap titik sampling selama 24 jam dalam 1 minggu dan kemudian sampel dibawa ke Laboratorium untuk dilakukan pengujian. Kegiatan ini dilakukan selama 1 bulan sehingga untuk setiap titik sampling akan memperoleh 4 hasil sampel. Data meteorologi berupa data sekunder yang diambil dari Stasiun Meteorologi Sultan Thaha Jambi selama waktu pengambilan sampel. Selain itu juga dilakukan penghitungan jumlah kendaraan sebagai sampel data jumlah kendaraan yang melintas di kawasan penelitian. Penghitungan sampel jumlah kendaraan ini diambil pada tiga titik dengan tiga rentang waktu yaitu pagi hari, siang hari dan sore hari.

Hasil sampling konsentrasi NO₂ dianalisis di Laboratorium Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional Deputi Bidang Sains Antariksa dan Atmosfer Pusat Sains dan teknologi Atmosfer Bandung (LAPAN) dengan menggunakan metode spektrofotometri berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor

19-1719.6-2005 tentang Cara Uji Kadar Nitrogen Dioksida (NO₂). Standar baku mutu yang digunakan adalah Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara.

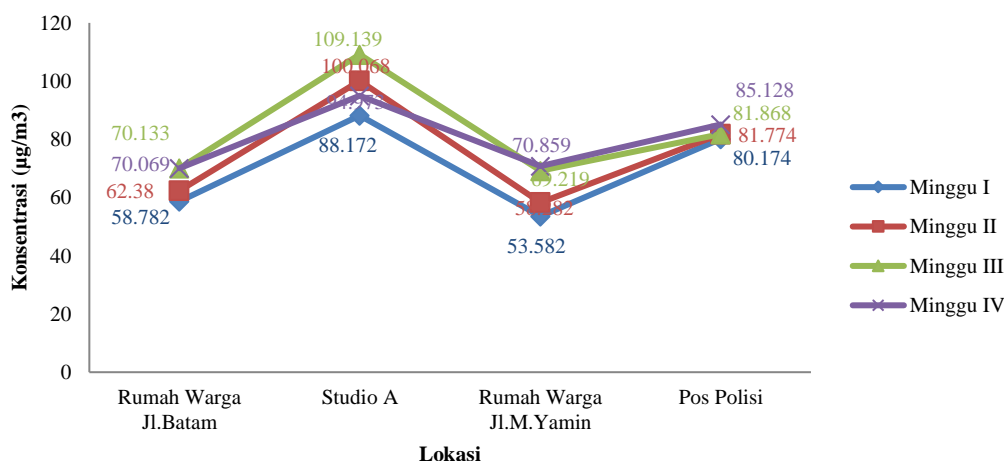
Pengaruh antara konsentrasi NO₂ udara ambien terhadap udara dalam ruang kemudian dianalisis secara statistik dengan korelasi *pearson* menggunakan program microsoft excel. Penelitian ini menggunakan variabel bebas yaitu konsentrasi NO₂ udara ambien dan variabel terikat adalah konsentrasi NO₂ udara dalam ruang. Selain itu, analisis juga dilakukan untuk melihat pengaruh faktor meteorologi (transportasi, suhu, kelembaban dan kecepatan angin) terhadap konsentrasi NO₂.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil uji konsentrasi NO₂ memperlihatkan adanya variasi antara konsentrasi NO₂ udara ambien dan udara dalam ruang (Gambar 2). Konsentrasi NO₂ tertinggi pada udara ambien di titik Studio A pada mulai minggu pertama hingga minggu keempat dengan kisaran 88 – 109 µg/m³. Hal ini dikarenakan peletakan alat *passive sampler* berjarak ± 5m dari jalan raya dan tidak ada penghambat sebaran konsentrasi NO₂ seperti adanya pepohonan dan bangunan tinggi. Untuk titik udara ambien yang berada di Pos Polisi, konsentrasi NO₂ lebih rendah dari Studio A. Hal ini dikarenakan peletakan alat *passive sampler* juga berjarak ± 5m dari jalan raya. Pada lokasi pos polisi ini terdapat tumbuh-tumbuhan besar yang berada sepanjang pagar Pos Polisi, sehingga udara yang terserap oleh filter akan terhalang oleh pepohonan yang mengakibatkan nilai konsentrasi NO₂ di titik ini lebih rendah daripada titik Studio A.

Sedangkan untuk titik udara dalam ruang, konsentrasi NO₂ lebih rendah daripada udara ambien. Hasil sampling pada Gambar 1 menunjukkan rata-rata nilai konsentrasi NO₂ pada pemukiman Jalan Batam sedikit lebih tinggi daripada pemukiman Jalan M. Yamin. Hal ini dikarenakan tingginya aktivitas kendaraan yang melintas di depan rumah warga. Sehingga konsentrasi NO₂ yang tertangkap pada filter tidak hanya dari paparan lalu lintas di jalan raya namun juga berasal dari aktivitas kendaraan yang melintas pada pemukiman warga. Sedangkan pada kawasan pemukiman di Jl. Prof. DR. Moh. Yamin, konsentrasi NO₂ pada kawasan ini lebih rendah dari pada kawasan pemukiman di Jl. Batam. Hal ini dikarenakan lingkungan pemukiman di Jl. Batam cukup padat sehingga aktivitas transportasinya menjadi lebih tinggi dari Jl. Prof. DR. Moh. Yamin, karena.

Jika dilihat dari perbandingan konsentrasi NO₂ pada titik ambien dan dalam ruang terdapat kesamaan untuk nilai konsentrasi tertinggi, yaitu berada pada minggu ketiga. Hal ini dipengaruhi oleh faktor meteorologi, dimana temperatur pada minggu ketiga cukup tinggi dengan kelembaban yang rendah sehingga menyebabkan peningkatan konsentrasi NO₂ yang cukup tinggi. Namun secara keseluruhan nilai konsentrasi NO₂ masih memenuhi bakumutu PP Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara yaitu 150 µg/m³.



Gambar 2. Perbandingan konsentrasi NO₂ selama satu bulan

3.1. Pengaruh Konsentrasi NO₂ Udara Ambien Terhadap Konsentrasi NO₂ Udara Dalam Ruang

Berdasarkan hasil analisis korelasi pearson, diperoleh nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,437 yang berarti hubungan antara konsentrasi NO₂ udara ambien dan konsentrasi NO₂ udara dalam ruang memiliki hubungan yang lemah. Pengujian koefisien korelasi juga dilakukan dengan cara membandingkan nilai koefisien korelasi dengan nilai korelasi tabel atau r tabel dengan taraf $\alpha = 0,05$ dan $n = 8$ yaitu diperoleh r tabel sebesar 0,707. Dikarenakan nilai r hitung (0,437) < r tabel (0,707) maka Ho diterima, artinya tidak terdapat hubungan yang signifikan antara konsentrasi NO₂ udara ambien terhadap konsentrasi NO₂ udara dalam ruang.

Jika dilihat dari letak lokasi, titik lokasi udara dalam ruang pertama (rumah warga Jalan Batam) berada berjarak $\pm 5-10$ m dari jalan utama, sehingga kemungkinan untuk terpapar NO₂ lebih kecil. Pencemaran NO₂ lebih banyak dihasilkan dari kendaraan yang melintas di depan rumah warga tersebut. Untuk lokasi dalam ruang kedua (rumah warga Jalan M. Yamin) berada di pinggir jalan, namun untuk volume kendaraan yang melintas di jalan tersebut cenderung lebih sedikit. Hal inilah yang dapat menyebabkan konsentrasi NO₂ ambien tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap konsentrasi NO₂ pada udara dalam ruang.

3.2. Faktor yang Mempengaruhi Perbedaan Konsentrasi NO₂

3.2.1 Faktor Transportasi

Aktivitas transportasi di Kawasan Simpang Pulai berperan dalam mempengaruhi konsentrasi NO₂. Kawasan Simpang Pulai merupakan jalan strategis yang dapat menghubungkan ke beberapa tempat dan merupakan ruas jalan yang banyak dilalui kendaraan, sehingga kawasan ini setiap hari nya selalu menjadi titik kemacetan. Berdasarkan hasil penghitungan jumlah

kendaraan, terlihat adanya fluktuasi jumlah kendaraan terutama pada waktu-waktu padat lalu lintas.

Peningkatan jumlah kendaraan terjadi pada pagi hari dan sore hari. Pada pagi hari jumlah kendaraan pada titik pertama sebanyak 2697 unit motor dan 402 unit mobil, titik kedua sebanyak 2710 unit motor dan 638 unit mobil, dan titik ketiga sebanyak 1658 unit motor serta 374 unit mobil. Pada sore hari jumlah kendaraan pada titik pertama sebanyak 3217 unit motor dan 834 unit mobil, titik kedua sebanyak 3278 unit motor dan 1076 unit mobil, dan titik ketiga sebanyak 1908 unit motor serta 732 unit mobil.

Sedangkan pada siang hari jumlah kendaraan tergolong rendah. Pada titik pertama jumlah kendaraan sebanyak 2056 unit motor dan 658 unit mobil, titik kedua sebanyak 2381 unit motor dan 919 unit mobil, dan titik ketiga sebanyak 1246 unit motor serta 598 unit mobil.

Hal ini sesuai dengan tingginya konsentrasi NO₂ yang berada pada dua titik udara ambien yaitu di Studio A dan Pos Polisi. Hal ini sesuai dengan penelitian Tarigan, dkk (2014) dan Mustafa (2010) dimana peningkatan jumlah kendaraan menyebabkan peningkatan konsentrasi NO₂ yang dihasilkan dari hasil pembakaran kendaraan bermotor tersebut.

3.2.1. Faktor Meteorologi

Faktor meteorologi dapat memberikan pengaruh terhadap konsentrasi pencemar NO₂ di udara ambien. Proses difusi pada *passive sampler* dilakukan secara alami berdasarkan perbedaan gradien konsentrasi, sehingga pengaruh keadaan meteorologi perlu diperhatikan.

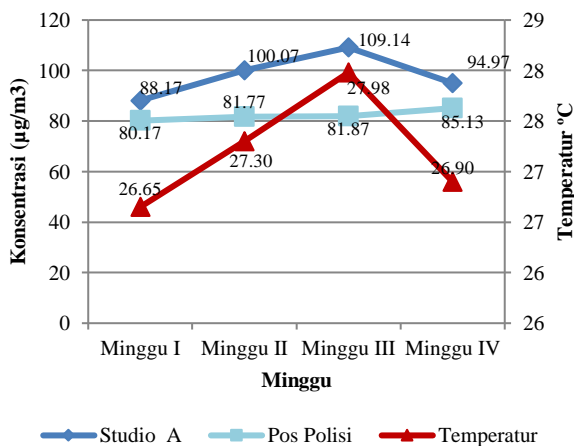
Aktivitas perkotaan telah pula terbukti membawa perubahan-perubahan terhadap faktor-faktor meteorologi lokal (Soedomo, 2001).

1. Temperatur

Berdasarkan data meteorologi Stasiun Meteorologi Sultan Thaha Jambi (2017), kondisi rata-rata temperatur di lokasi penelitian menunjukkan hasil yang berbeda

dari setiap minggunya (Gambar 3). Suhu tertinggi terjadi pada siang hari. Pada minggu pertama rata-rata temperatur adalah 26,65°C, minggu kedua sebesar 27°C, minggu ketiga sebesar 27,98°C dan minggu keempat sebesar 26,9°C.

Pada Gambar 3 menunjukkan pengaruh temperatur pada minggu pertama sampai keempat berbanding lurus dengan konsentrasi NO₂, dimana peningkatan suhu pada minggu pertama sampai minggu ketiga menyebabkan peningkatan konsentrasi NO₂ ambien. Sedangkan pada minggu keempat, suhu mengalami penurunan yang menyebabkan penurunan pada konsentrasi NO₂ di sekitar Studio A.



Gambar 3. Pengaruh temperatur terhadap konsentrasi NO₂ udara ambien

Konsentrasi NO₂ pada Studio A lebih rendah daripada pada Pos Polisi. Hal ini disebabkan lokasi sampling yang sedikit terhalang oleh pepohonan kecil sehingga tidak terpapar sinar matahari secara langsung. Penurunan dan peningkatan intensitas matahari akan berpengaruh pada kondisi temperatur di udara, yang tentunya juga mempengaruhi jumlah konsentrasi NO₂ di udara.

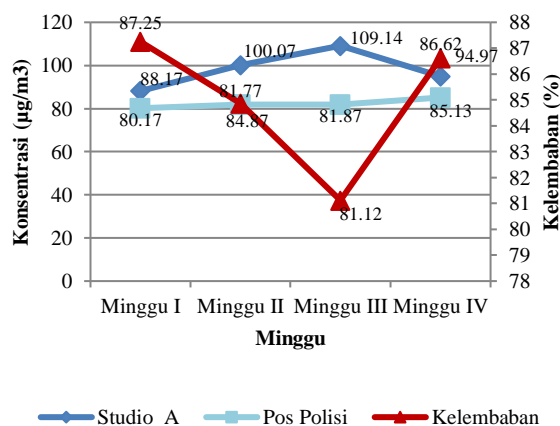
2. Kelembaban Udara

Hasil pengukuran didapatkan data bahwa kelembaban udara berfluktuasi sesuai dengan waktu pengukuran. Kondisi rata-rata kelembaban pada minggu pertama sebesar 87,25%, minggu kedua sebesar 84,87%, minggu ketiga sebesar 81,12% dan minggu keempat sebesar 86,62%. Kondisi kelembaban tertinggi terjadi pada pagi hari pukul 07.00 kemudian menurun siang hari dan naik kembali pada sore hari.

Pada Gambar 4 menunjukkan konsentrasi NO₂ di Studio A berbanding terbalik terhadap kelembaban, dimana pada kelembaban tinggi maka nilai konsentrasi NO₂ menjadi rendah, sebaliknya pada saat kelembaban rendah maka nilai konsentrasi NO₂ menjadi tinggi. Kelembaban paling rendah terjadi pada minggu ketiga dengan nilai konsentrasi NO₂ paling tinggi yaitu sebesar 109,14 µg/m³.

Hal ini sesuai dengan penelitian Herawati, dkk (2018) dan Budi (2012) dimana peningkatan kelembaban menyebabkan penurunan konsentrasi NO₂ di udara. Namun hal sebaliknya diungkapkan oleh

Noviani, dkk (2014) dan Istirokhatun, dkk (2016) dimana konsentrasi pencemar berbanding lurus dengan kelembaban, yaitu peningkatan kelembaban mengakibatkan peningkatan konsentrasi pencemar di udara.



Gambar 4. Pengaruh kelembaban udara terhadap konsentrasi NO₂ udara ambien

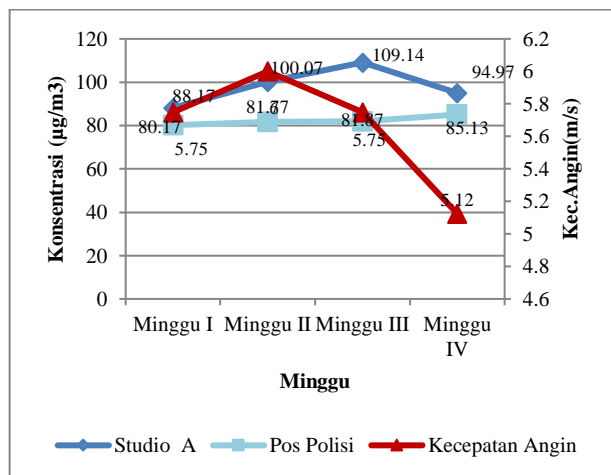
Kelembaban merupakan nilai konsentrasi air dalam udara. Semakin rendah kelembaban maka akan semakin kering udara, sehingga meningkatkan penyebaran gas NO₂ di udara. Kelembaban udara yang tinggi menandakan banyaknya uap air di udara sehingga menghambat penyebaran gas pencemar di udara. Pada penelitian ini, saat kelembaban rendah penyebaran NO₂ semakin cepat di udara sehingga NO₂ yang tertangkap pada alat *passive sampler* lebih banyak. Begitu pula sebaliknya saat kelembaban tinggi, uap air di udara cenderung lebih banyak sehingga penyebaran NO₂ pada udara ambien menjadi rendah. Hal ini mengakibatkan NO₂ yang tertangkap oleh alat lebih sedikit sehingga nilai konsentrasi NO₂ rendah.

3. Angin

Keadaan konsentrasi udara ambien sangat dipengaruhi oleh keadaan angin. Keadaan ini berupa kecepatan dan arah angin. Semakin tinggi kecepatan angin maka polutan akan semakin mudah tersebar ke udara bebas (Suryani, dkk, 2010), sedangkan kondisi arah angin akan mempengaruhi sejauh mana polutan akan terbawa oleh angin. Nilai kecepatan angin pada saat pengukuran serta kondisi angin pada waktu dilakukan penelitian sangat bervariasi. Kecepatan angin pada minggu pertama adalah 5,75 km/jam, minggu kedua adalah 6 km/jam, minggu ketiga 5,75 km/jam dan minggu keempat 5,12 km/jam. Sedangkan pengaruh kecepatan angin terhadap konsentrasi NO₂ dapat dilihat pada Gambar 5.

Arah angin dan kecepatan angin sangat mempengaruhi konsentrasi NO₂ pada udara ambien, semakin tinggi kecepatan angin konsentrasi NO₂ akan semakin kecil karena penyebaran polutan menjadi lebih cepat sehingga konsentrasi pencemar menurun (Istirokhatun, dkk, 2016; Tasić, et, al., 2013). Begitu pula sebaliknya. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian

(Gambar 4) dimana pada kecepatan angin tinggi 6 m/s, konsentrasi NO₂ di Studio A sebesar 100,07 µg/m³ dan



Gambar 5. Pengaruh Kecepatan Angin terhadap Konsentrasi NO₂ di Studio A

di Pos Polisi sebesar 81,77 µg/m³. Kemudian pada minggu ketiga kecepatan angin mengalami penurunan menjadi 5,75 m/s dan konsentrasi NO₂ meningkat menjadi 109,14 µg/m³ pada Studio A dan 81,87 µg/m³ pada Pos Polisi. Kadar NO₂ yang lebih tinggi pada Studio A disebabkan arah angin yang dominan ke arah titik Studio A serta tidak banyak terjadi fluktuasi kecepatan angin.

4. Kesimpulan

Hasil penelitian ini disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil analisis menunjukkan konsentrasi NO₂ pada udara ambien lebih tinggi daripada NO₂ pada udara dalam ruang di kawasan Simpang Pulai, Kota Jambi. Konsentrasi NO₂ tertinggi didapat pada minggu ketiga yaitu udara ambien sebesar 109,139 µg/m³ dan udara dalam ruang sebesar 70,133 µg/m³. Namun secara keseluruhan nilai NO₂ masih berada dibawah standar baku mutu PP Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara yaitu sebesar 150 µg/m³. Beberapa faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya konsentrasi NO₂ antara lain jumlah kendaraan, suhu, kelembaban, dan kecepatan angin.
2. Berdasarkan hasil analisis korelasi pearson didapatkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara konsentrasi NO₂ udara ambien terhadap konsentrasi NO₂ udara dalam ruang dengan nilai r-hitung (0,437) lebih kecil dari r-tabel (0,707), sehingga hipotesis Ho diterima.

Daftar Pustaka

Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Sultan Thaha Jambi. (2017).
 Badan Pusat Statistik Provinsi Jambi. (2016). Kota Jambi dalam Angka.
 Herawati, P., dkk. (2018). Hubungan Konsentrasi NO₂ Udara Ambien Terhadap Konsentrasi NO₂ Udara Dalam Ruang Di Lampu Merah Simpang Jelutung Kota Jambi. *Jurnal Daur Lingkungan* 1 (1): 1-4.

Istantinova, dkk. (2013). Pengaruh Kecepatan Angin, Kelembaban dan Suhu Udara Terhadap Konsentrasi Gas Pencemar Sulfur Dioksida (SO₂) Dalam Udara Ambien di Sekitar PT. Inti General Yaja Steel Semarang. *Jurnal Teknik Lingkungan* 2 (1): 1-10.
 Istirokhatun, dkk. (2016). Investigasi Pengaruh Kondisi Lalu Lintas Dan Aspek Meteorologi Terhadap Konsentrasi Pencemar SO₂ di Kota Semarang. *Jurnal Presipitasi* 13 (1): 21-27.
 Mustafa, D.A., dkk. (2010). Analisis Perubahan Konsentrasi Nitrogen Dioksida (NO₂) Berdasarkan Variabel Jumlah dan Panjang Antrian Kendaraan Di Pintu Tol Tembalang, Semarang. <http://eprints.undip.ac.id/>.
 Noviani, E.R., dkk. (2014). Pengaruh Jumlah Kendaraan dan Faktor Meteorologis (Suhu, Kelembaban, Kecepatan Angin) Terhadap Peningkatan Konsentrasi Gas Pencemar NO₂ (Nitrogen Dioksida) pada Persimpangan Jalan Kota Semarang (Studi Kasus Jalan Karangrejo Raya, Sukun Raya, Dan Ngesrep Timur V). *Jurnal Teknik Lingkungan* 3 (1): 1-10.
 Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara.
 Soedomo, M. (2001). *Pencemaran Udara*. Bandung: ITB.
 Suryani, S., dkk. (2010). Model Sebaran Polutan SO₂ pada Cerobong Asap PT Semen Tonasa. Kongres dan Seminar Nasional Badan Koordinasi Pusat Studi Lingkungan Hidup se-Indonesia ke XX, 14 Mei 2010 Pekanbaru. Universitas Hasanudin.
 Tarigan, H.P.B., dkk. 2014. Analisis Kadar Nitrogen Dioksida (NO₂) dan Particulate Matter 10 (PM₁₀) Udara Ambien Dan Keluhan Kesehatan Pada Pedagang Kaki Lima di Sepanjang Jalan Raya Kelurahan Lalang Kecamatan Medan Sunggal. *Jurnal Lingkungan dan Kesehatan Kerja* 3 (3): 1-8.
 Tasić, V., dkk. (2013). Investigating the Impacts of Winds on SO₂ Concentrations in Bor, Serbia, *Journal Sustainable Development Energy Water Environment System* 1(2): 141-151.
 Jaya, Z. (2017). Analisis Pengaruh Lalu Lintas Kendaraan Bermotor di Jalan Pelabuhan Terhadap Mutu udara Ambien. *Jurnal Rekayasa Sipil* 13 (1): 55-66.