

ANALISIS KUALITAS UDARA NITROGEN DIOKSIDA (NO₂) DI TERMINAL PURABAYA DAN TINGKAT RISIKO KESEHATAN

EnviroSan: Vol.7 No. 1, Juni 2024

Program Studi Teknik Lingkungan, UPN "Veteran" Jawa Timur
E-mail: syahalam124@gmail.com, euisnh.tl@upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Terminal Purabaya merupakan salah satu terminal tersibuk sehingga peningkatan konsentrasi Nitrogen Dioksida (NO₂) akan mengakibatkan dampak buruk bagi kesehatan gangguan pernafasan seseorang yang melakukan aktivitas di terminal. Nitrogen Dioksida (NO₂) ialah salah satu gas yang bersumber dari akibat gas pembakaran mesin kendaraan. Tujuan penelitian ini dilakukan agar mengetahui konsentrasi NO₂ di Terminal Purabaya serta pengaruh volume angkutan umum bus dan faktor meteorologi terhadap peningkatan konsentrasi NO₂ serta menganalisis tingkat risiko kesehatan lingkungan para pedagang warung di terminal. Pengukuran konsentrasi NO₂ dilakukan di 3 titik selama 4 hari pagi dan sore pada tanggal 21-24 Oktober 2023 dengan menggunakan metode *Griess Saltzman* SNI 7119-2:2017. Hasil pengukuran tercatat konsentrasi NO₂ tertinggi sebesar 140,47 µg/m³ dan yang terendah sebesar 15,41 µg/m³ dimana konsentrasi ini masih dibawah PP No. 22 Tahun 2021 yaitu sebesar 200 µg/m³ pada waktu pengukuran 1 jam. Hasil uji regresi linear ganda menghasilkan persamaan konsentrasi NO₂ = 42 + 0,737 volume angkutan umum bus + 0,42 suhu + 0,03 kelembaban - 34,1 kecepatan angin, dengan nilai *R-square* sebesar 51,44%. Hasil perhitungan metode ARKL diketahui tingkat risiko kesehatan dari 50 responden pedagang warung terhadap konsentrasi NO₂ tidak berisiko atau aman terhadap kesehatan karena nilai RQ < 1.

Kata Kunci: Nitrogen Dioksida, Metode Griess Saltzman, Terminal Purabaya, Regresi Linear Ganda, Metode ARKL

ABSTRACT

Purabaya Terminal is one of the busiest terminals, so an increasing concentration of Nitrogen Dioxide (NO₂) will affect the respiratory health of people who carry out activities at the terminal. Nitrogen dioxide (NO₂) is a source of gas caused by vehicle engine combustion gases. The objective of this study was to determine the concentration of NO₂ in Purabaya Terminal and the influence of the volume of public buses and meteorological factors on the increase in NO₂ concentration, as well as to analyze the level of environmental health risk of stall traders in the terminal. NO₂ concentration measurements were conducted at 3 points for 4 days in the morning and afternoon on October 21-24, 2023 using the *Griess Saltzman* method of SNI 7119-2:2017. The measurement results recorded the highest NO₂ concentration of 140,47 µg/m³ and the lowest of 15,41 µg/m³ where this concentration is still below PP No. 22 of 2021 which is 200 µg/m³ at 1 hour measurement time. Analysis of multiple linear regression results in an equation of NO₂ concentration = 42 + 0,737 bus public transportation volume + 0,42 temperature + 0,03 humidity - 34,1 wind speed, with an *R-square* value of 51,44%. Based on the results of the ARKL method calculation, it is known that the health risk level of 50 stall trader respondents to NO₂ concentrations is not risky or safe to health because the RQ value < 1.

Keyword: Nitrogen Dioxide, Griess Saltzman Method, Purabaya Terminal, Multiple Linear Regression, ARKL Method

PENDAHULUAN

Kebutuhan transportasi untuk mobilisasi masyarakat mengalami peningkatan dengan adanya jumlah kendaraan bermotor yang meningkat. Peningkatan kebutuhan transportasi kendaraan untuk masyarakat seperti bus menjadikan aktivitas di terminal meningkat. Peningkatan aktivitas transportasi di terminal dapat mengakibatkan pada pencemaran udara di lokasi tersebut sehingga dapat berpengaruh buruk bagi kesehatan manusia yang melakukan aktivitas di terminal tersebut (Sari, 2013).

Nitrogen Dioksida (NO₂) merupakan unsur bahan pencemar udara yang salah satunya bersumber dari kendaraan bermotor. Selain NO₂ terdapat unsur lain

seperti Hidrokarbon (HC), Karbon Monoksida (CO), Ozon (O₃), Sulfur Dioksida (SO₂), dan partikel debu yang juga berasal dari sumber kendaraan bermotor yaitu (Mukono, 2011). Menurut Soedomo, (2001) parameter pencemar NO_x di perkotaan disumbang oleh sektor transportasi sebesar 69% sisanya industri dan rumah tangga. Hasil pembakaran gas buangan dari bahan bakar fosil minyak diesel dan solar mengakibatkan pencemaran gas NO₂ di udara (Fardiaz, 1992).

Terminal Purabaya yang merupakan salah satu terminal tersibuk yang terletak di Bungurasih, Sidoarjo sehingga konsentrasi NO₂ harus dilakukan pemantauan agar masyarakat yang beraktivitas di Terminal Purabaya seperti pedagang warung agar

tidak berdampak negatif bagi kesehatan seperti gangguan pernafasan. Dampak negatif dapat diperkirakan dari seberapa besar risiko kesehatan yang diakibatkan oleh gas pencemar seperti NO₂ dengan memanfaatkan metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Tujuan penelitian ini dilakukan ialah untuk mengetahui konsentrasi NO₂ serta pengaruh volume angkutan umum bus dan faktor meteorologi terhadap peningkatan konsentrasi NO₂ dan menganalisis tingkat risiko kesehatan lingkungan para pedagang warung di terminal akibat paparan konsentrasi NO₂.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Terminal Purabaya Desa Bungurasih, Waru, Sidoarjo. Penelitian ini dilakukan pada tanggal 21 Oktober 2023 sampai dengan 24 Oktober 2023.



Gambar 1. Lokasi Penelitian Terminal Purabaya

Lokasi pengambilan sampel ini ditentukan di 3 (tiga) titik yang terletak di Terminal Purabaya seperti pada gambar 1 dengan rincian yaitu :

- Titik 1 = Jalur kedatangan bus antar kota dan antar provinsi
- Titik 2 = Jalur keberangkatan bus antar kota dan antar provinsi
- Titik 3 = Jalur keberangkatan bus kota

Pengambilan sampel dilakukan selama 4 hari yaitu senin, selasa, sabtu dan minggu 21-24 Oktober 2023 dengan waktu pengambilan sampel dilakukan pada waktu pagi hari (pukul 08.00 WIB sampai dengan 09.00 WIB) dan sore hari (pukul 16.00 WIB sampai dengan 17.00 WIB).

Pengambilan sampel Nitrogen Dioksida menggunakan impinger dengan metode *Griess Saltzman* dalam SNI 7119-2:2017. Pengambilan data jumlah angkutan umum bus menggunakan alat hitung *count-meter* di gawai. Pengambilan data suhu udara menggunakan *thermometer* digital dan pengambilan data kelembaban menggunakan *hygrometer* digital. Untuk pengambilan data kecepatan angin digunakan anemometer digital.

Teknik analisis untuk mengetahui hubungan dan pengaruh variabel volume angkutan umum bus dan faktor meteorologi (suhu udara, kelembaban, dan kecepatan angin) terhadap peningkatan konsentrasi NO₂ menggunakan uji regresi linear ganda. Untuk mengetahui tingkat risiko kesehatan para pedagang warung di Terminal Purabaya digunakan metode Analisis Tingkat Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Pengolahan data dilakukan dengan memperkirakan tingkat risiko kesehatan akibat paparan oleh NO₂ selama melakukan aktivitas di lokasi tersebut dengan menggunakan perhitungan ARKL terhadap responden. ARKL dilakukan dengan mengetahui nilai asupan (*intake*) dan tingkat risiko akibat paparan (*risk quotient*) terhadap responden. Perhitungan nilai *intake* dihitung dengan rumus :

$$I_{ink} = \frac{C \times R \times tE \times fE \times Dt}{W_b \times Tavg}$$

Keterangan rumus :

- I = Nilai *Intake* yaitu jumlah *risk agent* yang masuk ke responden (mg/kg/hr)
- C = Nilai konsentrasi parameter pencemar *risk agent* seperti konsentrasi NO₂ di udara (mg/m³)
- R = Laju asupan di udara dipakai 0,83 m³/jam
- tE = Waktu pajanan harian pada responden selama berapa jam/hari
- fE = Frekuensi lama pajanan pada responden selama berapa hari/tahun
- Dt = Durasi pajanan, dalam penelitian ini dipakai durasi *real time* dari awal bekerja sampai penelitian dilakukan
- Wb = Berat badan responden (kg)
- tavg = Periode waktu rata-rata, untuk non karsinogenik yaitu 30 tahun × 365 hari/tahun

Penentuan karakterisasi risiko atau *Risk Quotient* (RQ) dikatakan tingkat risiko aman apabila nilai

$RQ \leq 1$. Rumus dalam menghitung nilai RQ untuk efek non karsinogenik sebagai berikut:

$$RQ = \frac{I_{ink}}{RfC}$$

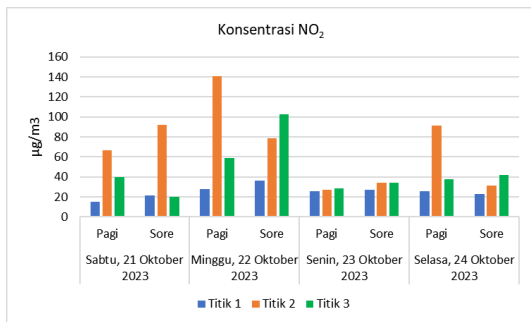
Keterangan rumus :

RQ = Nilai *Risk Quotient*

Ink = Nilai *Intake* yang telah dihitung

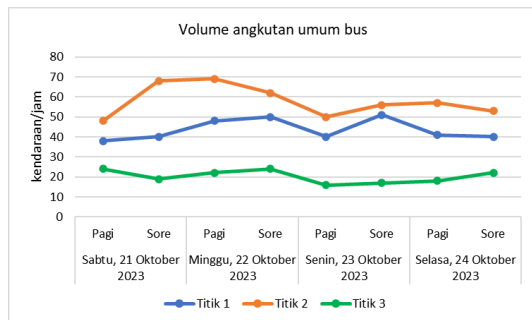
RfC = Nilai *Reference Concentration* dapat diambil dari literatur. Untuk pajanan melalui inhalasi nilai RfC Nitrogen Dioksida dari US-EPA digunakan 0,02 mg/kg/hari.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN Hasil Penelitian

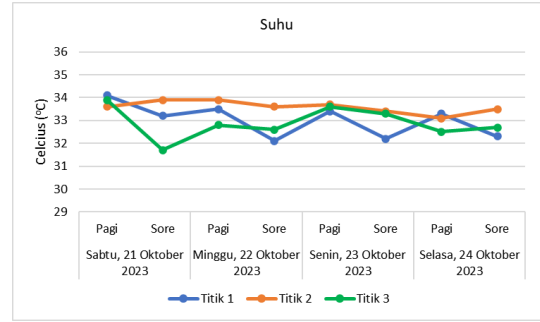


Gambar 2. Hasil Pengukuran Konsentrasi NO₂

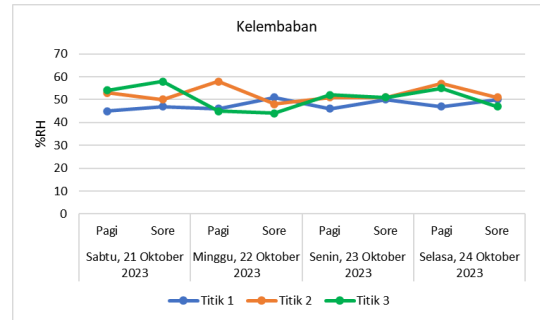
Pada gambar 2 diketahui hasil penelitian menunjukkan konsentrasi tertinggi NO₂ terjadi di hari minggu waktu pagi hari tanggal 22 Oktober 2023 di titik 2 dengan konsentrasi 140,47 µg/m³. Sebaliknya konsentrasi terendah NO₂ terjadi di hari sabtu pagi 21 Oktober 2023 di titik 1 dengan konsentrasi sebesar 15,41 µg/m³. Rata-rata konsentrasi NO₂ selama 4 hari pengukuran sebesar 46,95 µg/m³. Secara keseluruhan nilai konsentrasi NO₂ selama pengukuran tidak melebihi baku udara ambien parameter Nitrogen Dioksida dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 yaitu sebesar 200 µg/m³ pada waktu pengukuran 1 jam.



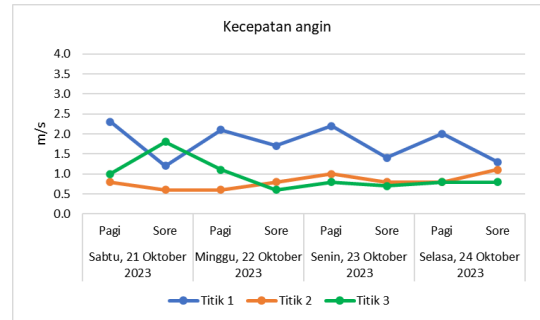
Gambar 3. Grafik Volume Angkutan Umum Bus



Gambar 4. Grafik Suhu Udara di Lokasi



Gambar 5. Grafik Kelembaban Udara di Lokasi



Gambar 6. Grafik Kecepatan Angin di Lokasi

Berdasarkan gambar 3 pada titik 1 grafik volume angkutan umum bus pengukuran tercatat 40 kendaraan/jam hingga 56 kendaraan/jam. Pada titik 2 volume angkutan umum bus tercatat 48 kendaraan/jam hingga 69 kendaraan/jam. Sedangkan pada titik 3 volume angkutan umum bus tercatat 16 kendaraan/jam hingga 24 kendaraan/jam. Dari grafik tersebut diketahui pada hari libur sabtu dan minggu volume angkutan umum bus cenderung lebih tinggi dari hari senin dan selasa.

Suhu udara tertinggi pada saat penelitian berlangsung yaitu 34,1°C dan suhu udara terendah sebesar 31,7°C. Sedangkan kelembaban udara pada saat penelitian berkisar 44%RH sampai dengan 58%RH. Untuk kecepatan angin selama 4 hari penelitian berlangsung berkisar 0,6 m/s sampai dengan sebesar 2,3 m/s.

Analisis Statistik
Uji Regresi Linear Ganda

Hasil uji statistik regresi linear ganda dalam penelitian ini diperoleh persamaan regresi sebagai berikut :

Konsentrasi NO₂ = 42 + 0,737 volume angkutan umum bus + 0,42 suhu + 0,03 kelembaban – 34,1 kecepatan angin

Dari persamaan regresi tersebut menjelaskan bahwa volume angkutan umum mempunyai pengaruh positif terhadap konsentrasi NO₂, maka semakin bertambahnya volume angkutan umum bus di lokasi tersebut maka konsentrasi NO₂ akan semakin meningkat. Hasil penelitian ini seperti penelitian Dwirahmawati et al. (2018) bahwa volume kendaraan yang semakin tinggi mengakibatkan konsentrasi NO₂ semakin tinggi atau bisa dikatakan hubungan tersebut berbanding lurus.

Pada variabel suhu memiliki pengaruh positif kepada konsentrasi NO₂, sehingga bertambahnya suhu udara di lokasi tersebut mengakibatkan konsentrasi NO₂ akan meningkat. Hasil penelitian ini seperti penelitian Serlina (2020) ketika suhu udara di lokasi naik maka konsentrasi NO₂ juga akan naik.

Untuk variabel kelembaban mempunyai pengaruh positif terhadap konsentrasi NO₂, maka semakin bertambahnya kelembaban udara di lokasi tersebut maka konsentrasi NO₂ semakin meningkat. Hasil penelitian ini seperti penelitian Noviani et al. (2013) yang mendapatkan hasil konsentrasi NO₂ yang rendah terjadi saat kelembaban udara yang rendah begitu pula sebaliknya. Akan tetapi pada penelitian Riyanti et al. (2018) yang mengungkapkan hasil kelembaban udara berbanding terbalik dengan konsentrasi NO₂ dimana kelembaban udara rendah maka konsentrasi NO₂ akan tinggi.

Pada variabel kecepatan angin mempunyai pengaruh negatif kepada konsentrasi NO₂, maka semakin bertambahnya kelembaban udara di lokasi tersebut maka konsentrasi NO₂ semakin menurun. Hasil yang diperoleh penelitian ini seperti penelitian Dwirahmawati et al. (2018) dengan hasil konsentrasi NO₂ semakin rendah pada saat

kecepatan angin besar di lokasi tersebut atau dikatakan hubungan tersebut berbanding terbalik.

Tabel 1. Hasil *Model Summary* Persamaan Regresi

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
24.5572	51.44%	41.22%	13.53%

Tabel 2. *Coefficients*

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	42	307	0.14	0.892	
volume angkutan umum bus	0.737	0.333	2.22	0.039	1.19
suhu	0.42	8.65	0.05	0.962	1.22
kelembaban	0.03	1.37	0.02	0.985	1.19
kecepatan angin	-34.1	10.1	-3.36	0.003	1.17

Tabel 3. *Analysis of Variance*

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	4	12137.1	3034.27	5.03	0.006
volume angkutan umum bus	1	2962.2	2962.16	4.91	0.039
suhu	1	1.4	1.40	0.00	0.962
kelembaban	1	0.2	0.21	0.00	0.985
kecepatan angin	1	6821.5	6821.46	11.31	0.003
Error	19	11458.1	603.06		
Total	23	23595.2			

Hasil dari uji statistik diketahui nilai *R-Square* dari tabel *model summary* yaitu sebesar 51,44% pada persamaan regresi variabel volume angkutan umum bus dan faktor meteorologi (suhu udara, kelembaban, dan kecepatan angin) terhadap konsentrasi NO₂. Selain itu artinya sebesar 44,4% nya dipengaruhi faktor lain diluar dari penelitian atau variabel lain yang tidak diteliti dalam penelitian ini. Pada tabel 2 dengan menunjukkan hasil uji *T-test* dari semua variabel dengan melihat *P-value* variabel volume angkutan umum bus sebesar 0,039 dan kecepatan angin sebesar 0,003 memiliki pengaruh secara signifikan terhadap konsentrasi NO₂ dikarenakan nilai *P-value* kedua variabel tersebut mempunyai nilai *P-value* kurang dari 0,05. Dari tabel *Analysis of Variance* diatas diketahui nilai *P-value* dari persamaan regresi adalah 0,006 yang berarti nilai *P-value* persamaan regresi mempunyai nilai *P-value* kurang dari 0,05 maka model regresi tersebut dikatakan memiliki pengaruh terhadap konsentrasi NO₂.

Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Pada Responden

Dari 50 responden penelitian ini sebanyak 32 orang berjenis kelamin laki-laki atau 64% dari total responden. Sedangkan berjenis kelamin perempuan dalam responden ini berjumlah 18 orang yaitu 36% dari total responden. Karakteristik umur responden terendah 17 tahun dan yang tertinggi 50 tahun. Sedangkan untuk karakteristik berat badan terdapat paling kecil sebesar 37 kg dan berat badan terbesar 86 kg.

Tabel 4. Hasil Perhitungan *Intake*

Nilai <i>Intake</i>	
<i>Max</i>	0,00037056 mg/kg/hari
<i>Min</i>	0,00001485 mg/kg/hari
<i>Median</i>	0,00010481 mg/kg/hari
<i>Mean</i>	0,00011562 mg/kg/hari

Berdasarkan hasil perhitungan *intake* didapatkan nilai rata-rata *intake* dari 50 responden adalah 0,00011562 mg/kg/hari. Hasil perhitungan nilai tertinggi sebesar 0.00037055 mg/kg/hari dan yang terendah sebesar 0.00001485 mg/kg/hari. Hasil perhitungan nilai *intake* tersebut merupakan besar pajanan yang diterima responden hingga penelitian ini berlangsung. Selain itu nilai konsentrasi NO₂ yang tinggi mengakibatkan semakin besar *intake* yang diterima responden.

Tabel 5. Hasil Perhitungan RQ

Nilai RQ	
<i>Max</i>	0,0185278
<i>Min</i>	0,0007426
<i>Median</i>	0,0052408
<i>Mean</i>	0,0057812

Berdasarkan hasil perhitungan nilai RQ didapatkan nilai rata-rata RQ dari 50 responden adalah 0,0057812. Nilai RQ tertinggi sebesar 0,0185278 dan yang terendah sebesar 0,0007426. Dari perolehan nilai tersebut diketahui bahwa perhitungan nilai RQ dari 50 responden menunjukkan hasil bahwa tingkat risiko yang diterima responden pada pajanan ini tidak berisiko atau aman terhadap kesehatan karena nilai RQ < 1.

KESIMPULAN

Peneliti dalam penelitian mendapatkan hasil bahwa konsentrasi NO₂ tertinggi selama pengukuran tercatat sebesar 140,47 µg/m³ yang dibawah baku mutu PP No. 22 Tahun 2021 sehingga masih aman. Dari hasil analisis regresi linear ganda didapatkan nilai *R-Square* 51,44% yang berarti pengaruh volume angkutan umum bus dan faktor meteorologi (suhu udara, kelembaban, dan kecepatan angin) terhadap konsentrasi Nitrogen Dioksida di Terminal Purabaya adalah sebesar 51,44 % dan sisanya 48,56% adalah faktor lain diluar dari penelitian atau yang tidak diteliti dalam penelitian ini. Tingkat risiko kesehatan dari 50 responden pedagang warung terhadap konsentrasi

NO₂ tidak berisiko atau aman terhadap kesehatan karena nilai RQ < 1.

DAFTAR PUSTAKA

- Dwiramawati, F., Nasrullah, N., & Sulistyantara, B. (2018). Analisis Perubahan Konsentrasi Nitrogen Dioksida (NO₂) pada Area Bervegetasi dan Tidak Bervegetasi di Jalan Simpang Susun. *Jurnal Lanskap Indonesia*, 10(1), 13–18.
- Fardiaz, S. (1992). *Polusi Air dan Udara*. Kanisius.
- Mukono, H. J. (2011). *Aspek Kesehatan Pencemaran Udara*. Pusat Penerbitan dan Percetakan UNAIR.
- Noviani, E., Istirokhatun, T., & Sudarno. (2013). 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. *Dipa Ipteks*, 1(1), 1–5.
- Riyanti, A., Herawati, P., & Pajriani, N. H. (2018). Pengaruh Konsentrasi NO₂ Udara Ambien pada Daerah Padat Kendaraan terhadap Konsentrasi NO₂ Udara Dalam Ruang (Studi Kasus di Kawasan Simpang Pulai Kota Jambi). *Jurnal Daur Lingkungan*, 1(2), 60.
- Sari, E. N. (2013). Gambaran Kualitas Udara Ambien Terminal Kaitannya dengan Gangguan Fungsi Paru Pedagang Tetap Wanita di Terminal Joyoboyo Surabaya. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 2, 90–95.
- Serlina, Y. (2020). Pengaruh Faktor Meteorologi Terhadap Konsentrasi NO₂ di Udara Ambien (Studi Kasus Bundaran Hotel Indonesia DKI Jakarta). *Jurnal Serambi Engineering*, 5(3).
- Soedomo, M. (2001). *Kumpulan Karya Ilmiah Mengenai Pencemaran Udara*. ITB Bandung.