

**PENGARUH KELEMBABAN, SUHU, ARAH DAN KECEPATAN ANGIN TERHADAP
KONSENTRASI NITROGEN DIOKSIDA (NO₂) DENGAN MEMBANDINGKAN 2 VOLUME
SUMBER PENCEMAR DI AREA PABRIK DAN DI PERSIMPANGAN JALAN (Studi Kasus:
PT. Inti General Yaja Steel dan Persimpangan Jragung)**

Giolding Hotma L, Ir. Mochtar Hadiwidodo, Msi^{*)}, Dr. Ing. Sudarno, ST, MSc^{*)}, Program Studi Teknik
Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

ABSTRACT

The chimneys of the factory production process of steel and road transport activities can produce Nitrogen Dioxide (NO₂) are dangerous. PT. Inti General Yaja Steel is a type of steel smelting industry uses MFO as fuel for their production activities and is located in front of the intersection whole observatories were crowded with vehicles. The volume of fuel used for burning MFO activity by PT. Inti General Yaja Steel core and the volume of vehicles passing through the intersection whole observatories are a source of Nitrogen Dioxide (NO₂) which is spread in the air is affected by humidity, temperature, wind speed and direction. This study aimed to determine the effect of the volume of pollutant sources, humidity, temperature, wind direction and speed on the concentration of NO₂ in the factory and at the intersection whole observatories. And to determine whether the concentration of NO₂ mutually influenced by conditions in the two places. The study was conducted at a solid vehicle, while normal production factory and a factory is not producing. Based on these results, the concentration of NO₂ in the area of plant range in value 17-32 µg/m³ and NO₂ concentrations in the concentration range in values Highway 59-112 µg/m³ at a solid vehicle at normal production at the factory and non-factory production. NO₂ concentrations at solid motor and car (9:00 to 10:00 a.m.), the concentration of NO₂ in the normal production hours (15:00 to 16:00), and the non-production hours (7:00 p.m. to 20:00).

The statistics show that there are significant differences in the concentrations of NO₂ results in the area of the factory and at the intersection whole observatories. NO₂ concentration in the plant area affected by the volume of fuel, humidity, temperature, wind speed and direction from the highway, while the concentration of NO₂ in the intersection whole observatories affected by the volume of passing vehicles, humidity, temperature, wind speed and direction at the intersection whole observatories. NO₂ concentration in the plant area affected by the volume of vehicles passing through, humidity, temperature, wind speed and direction at the intersection whole observatories, and vice versa, the concentration of NO₂ in the intersection whole observatories affected by the volume of fuel, humidity, temperature, wind speed and direction in the area of plant .

Keywords: air pollution, pollutant source volume, humidity, temperature, wind speed and direction, Nitrogen Dioxide (NO₂)

PENDAHULUAN

Udara merupakan salah satu komponen yang penting dalam kehidupan. Penurunan terhadap kualitas udara diakibatkan oleh masuknya komponen-komponen pencemar ke

dalam udara. Pencemaran udara berawal dari zat pencemar yang diemisikan dari sumbernya, baik sumber alami atau sumber anthropogenik (seperti kendaraan bermotor atau industri). Faktor metereologis seperti ketinggian vertikal

dari lapisan pencampuran (*mixing height*), kecepatan dan arah angin akan membantu penyebaran zat pencemar ke arah horizontal dan vertikal di atmosfer sekitarnya

Salah satu upaya untuk mengatasi pencemaran udara adalah dengan mengendalikan zat pencemar dari sumbernya. Caranya dengan penggunaan bahan baku, bahan bakar, proses, dan teknologi yang lebih efisien serta penggunaan alat pengendali emisi sehingga zat pencemar yang diemisikan dapat dikurangi. Oleh karena itu, diperlukan adanya pemantauan terhadap emisi yang dihasilkan untuk mengetahui apakah buangan emisinya melebihi baku mutu atau tidak. Pemantauan tersebut meliputi pemantauan pada sumber emisi dan juga pemantauan emisi yang telah tercampur oleh udara sekitar (*ambient*).

Perkembangan industri manufaktur di Indonesia meningkat dengan pesat. Kondisi ini tak dapat terlepas dari peran industri besi baja yang menunjang pertumbuhannya. Industri manufaktur membutuhkan bahan baku berupa besi baja dan komponen-komponen lain yang diolah dari pabrik peleburan besi baja, sehingga pesatnya industri manufaktur. Tingkat pertumbuhan produksi peleburan besi baja diperkirakan mencapai sekitar 20% pertahun, yang sejalan dengan laju pertumbuhan industri manufaktur Indonesia.

Akibat kegiatan industri besi siku dan besi beton, saat ini permasalahan lingkungan mulai dirasakan di beberapa daerah sekitar lokasi industri tersebut. Penurunan kualitas udara ambien disekitar pabrik peleburan besi baja merupakan salah satu indikasi penurunan kualitas hidup manusia disekitarnya. Hal ini perlu dipikirkan jalan keluar terbaik untuk tetap mempertahankan laju pertumbuhan industri tanpa mengabaikan kelestarian lingkungan disekitarnya.

Di PT Inti General Yaja Steel bahan baku yang digunakan dalam peleburan besi baja adalah besi spons dan besi scrap (besi bekas/besi tua). Sumber utama emisi adalah dari proses peleburannya dalam tanur busur listrik (*Elektric Arc Furnace*) dan *Reheating Furnace*. Jenis zat pencemar yang diemisikan antara lain gas SO_2 , NO_2 , CO , Partikel debu yang mengandung logam-logam Fe, Pb, dll.

Komposisi zat pencemar tersebut tergantung dari kekotoran besi scrap yang digunakan. Faktor emisi dari besi scrap yang tinggi akan menyebabkan jumlah emisi yang dikeluarkan sangat besar. Pabrik PT. Inti General Yaja Steel terletak di persimpangan Jalan raya Jragung Semarang yang mempunyai tingkat kepadatan lalu lintas yang cukup tinggi. Selain emisi Nitrogen dioksida (NO_2) dari kegiatan produksi pabrik PT. Inti General Yaja Steel, padatnya lalu lintas di persimpangan Jragung juga sangat berkontribusi dalam peningkatan konsentrasi Nitrogen dioksida (NO_2) di wilayah tersebut.

Atas berbagai permasalahan di atas, peneliti mengambil judul “Pengaruh Kelembaban, Suhu, Arah dan Kecepatan Angin Terhadap Konsentrasi Nitrogen dioksida (NO_2) dengan Membandingkan 2 Volume Sumber Pencemar di Area Pabrik dan di Ruas Jalan (Studi Kasus: PT. Inti General Yaja Steel dan Persimpangan Jragung)”.

METODOLOGI

Penelitian dilakukan pada tanggal 7 Juli-14 Juli 2012 di dua titik yaitu di area pabrik PT. Inti General Yaja Steel dan di persimpangan Jragung. Penelitian dilakukan 3 kali dalam sehari yaitu jam padat kendaraan (07.00-08.00), jam produksi normal pabrik (15.00-16.00), dan jam non produksi pabrik (19.00-20.00).

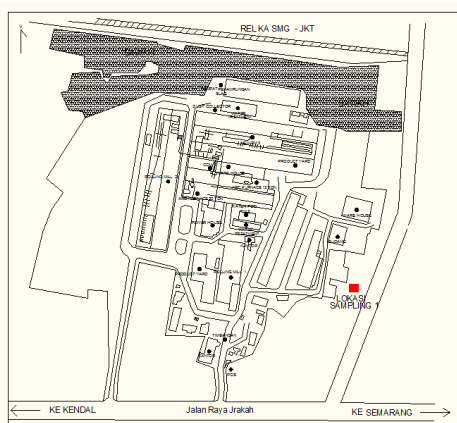
Metode penelitian yang digunakan yaitu metode *description research* yaitu penelitian deskriptif murni/survei, penelitian korelasional dan penelitian perbandingan.

Pengukuran konsentrasi karbon monoksida (NO_2) menggunakan alat *Midget Impinger* (NO_2) dan pengukuran parameter suhu udara, kelembaban udara dan kecepatan angin menggunakan alat *Digital Anemometer*, Perhitungan jumlah kendaraan bermotor dengan menggunakan alat penghitung (*Hand Tally Counter*) sebanyak 9 buah. Penentuan arah mata angin dengan menggunakan kompas serta perhitungan jumlah bahan bakar produksi besi PT. Inti General Yaja Steel dengan pencatatan langsung jumlah yang digunakan setiap kali produksi. Alat tulis digunakan untuk mencatat informasi tambahan yang dianggap penting pada saat pengukuran.

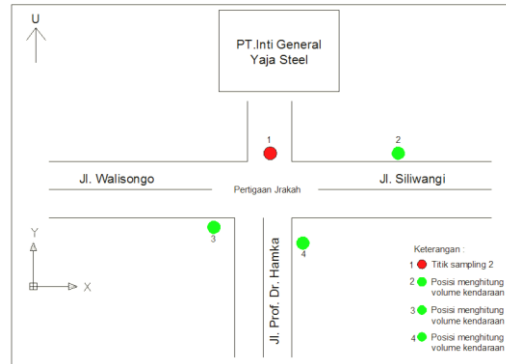
Metode pengumpulan data yaitu dengan dokumentasi dan observasi. Dalam penelitian ini dokumentasi digunakan untuk mengetahui kegiatan produksi PT. Inti General Yaja Steel, data profil jalan dan kondisi transportasi Kota Semarang, data suhu, arah dan kecepatan angin, kelembaban udara rata-rata Kota Semarang, Baku Mutu Udara Ambien (BMUA) Jawa Tengah, Data hasil pengujian udara ambien daerah sekitar PT. Inti General Yaja Steel, Peta layout PT. Inti General Yaja Steel, yang didapat dari instansi-instansi terkait. Metode observasi pada penelitian ini yaitu data jumlah pemakaian bahan bakar MFO PT. Inti General Yaja Steel, data jumlah kendaraan yang melewati persimpangan Jragung, data suhu, arah dan kecepatan angin, kelembaban udara selama pemantauan, data pemantauan konsentrasi dan pengambilan sampel Nitrogen Dioksida (NO_2) dengan periode 1 jam selama 3 kali sehari pada selama 8 hari di pada titik sampling yang telah ditetapkan dan kemudian untuk selanjutnya dicatat ke dalam tabel.

Selanjutnya dilakukan teknik pengolahan data dan analisis data dengan menggunakan analisis statistik deskriptif yaitu penyajian data dengan *Microsoft excel* dan *SPSS 17*, uji statistik normalitas dengan Kolmogorov-Smirnov, uji *Independent Sample T Test* dan uji regresi berganda linier.

Tempat penelitian dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Lokasi Sampling 1 di Area Pabrik

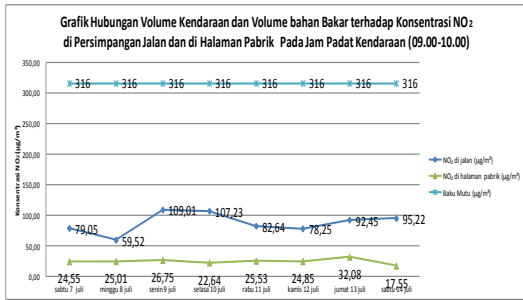


Gambar 2. Lokasi Sampling 2 di Persimpangan Jragung

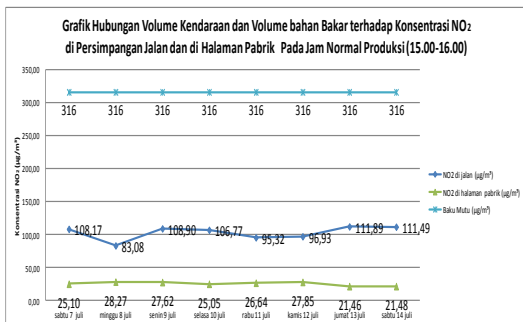
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian, Hasil pengukuran NO_2 di area pabrik PT. Inti General Yaja Steel menunjukkan bahwa konsentrasi NO_2 berada pada rentang $3 \mu\text{g}/\text{m}^3 - 29 \mu\text{g}/\text{m}^3$, jauh berada di bawah baku mutu yaitu $316 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sedangkan hasil pengukuran NO_2 di persimpangan Jragung bahwa konsentrasi NO_2 berada pada rentang $10 \mu\text{g}/\text{m}^3 - 112 \mu\text{g}/\text{m}^3$, jauh berada di atas baku mutu yaitu $316 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

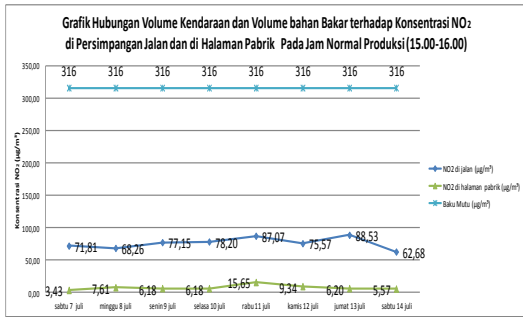
Perbandingan Hasil Konsentrasi NO₂ di Area Pabrik PT. Inti General Yaja Steel dengan Persimpangan Jarak Berdasarkan Volume Pencemar



(a)



(b)

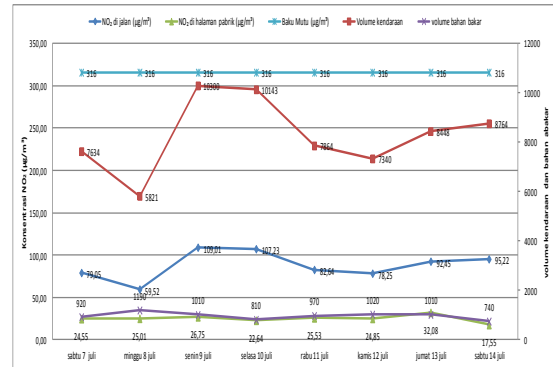


(c)

Gambar 3. Grafik Perbandingan Konsentrasi NO₂ di Area Pabrik dengan Konsentrasi NO₂ di Persimpangan Jarak Pada (a) Jam Padat Motor dan Mobil (09.00-10.00) (b) Jam produksi normal pabrik (15.00-16.00) (c) Jam non produksi pabrik (19.00-20.00)

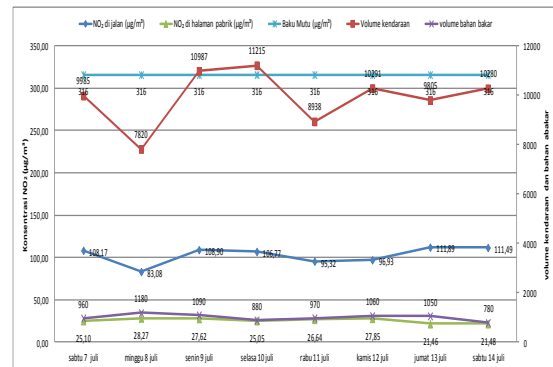
Pengaruh Volume Sumber Pencemar, Kelembaban, Suhu, Arah dan Kecepatan Angin Terhadap Konsentrasi NO₂ di Area Pabrik PT. Inti General Yaja Steel dan di Persimpangan Jarak

a. Volume Sumber Pencemar



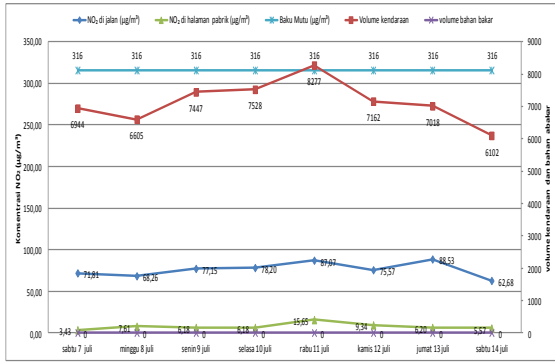
(a)

Gambar 4. Grafik Hubungan Volume Kendaraan terhadap Konsentrasi NO₂ di Persimpangan Jalan dan Hubungan Volume Bahan Bakar Produksi terhadap Konsentrasi NO₂ di Area Pabrik Pada Jam Padat Motor dan Mobil (09.00-10.00)

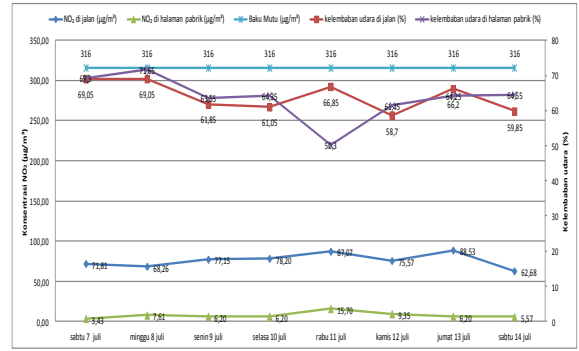


(b)

Gambar 5. Grafik Hubungan Volume Kendaraan terhadap Konsentrasi NO₂ di Persimpangan Jalan dan Hubungan Volume Bahan Bakar Produksi terhadap Konsentrasi NO₂ di Area Pabrik Jam Produksi Normal (15.00-16.00)



(c)
Gambar 6. Grafik Hubungan Volume Kendaraan terhadap Konsentrasi NO₂ di Persimpangan Jalan dan Hubungan Volume Bahan Bakar Produksi terhadap Konsentrasi NO₂ di Area Pabrik Jam Non Produksi Pabrik (19.00-20.00)



(c)
Gambar 7. Grafik Hubungan Kelembaban terhadap Konsentrasi NO₂ di Persimpangan Jalan dan di Area Pabrik Pada (a) Jam Padat Motor dan Mobil (09.00-10.00) (b) Jam produksi normal pabrik (15.00-16.00) (c) Jam non produksi pabrik (19.00-20.00)

b. Kelembaban



(a)

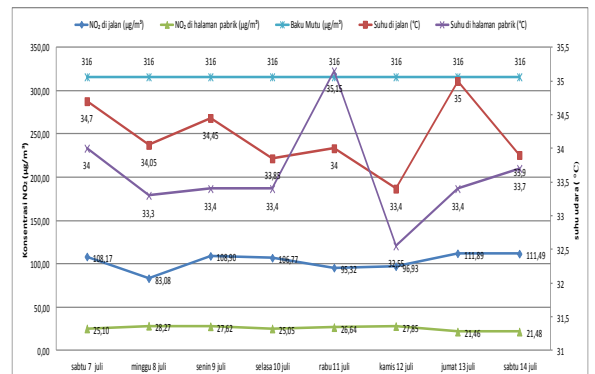


(b)

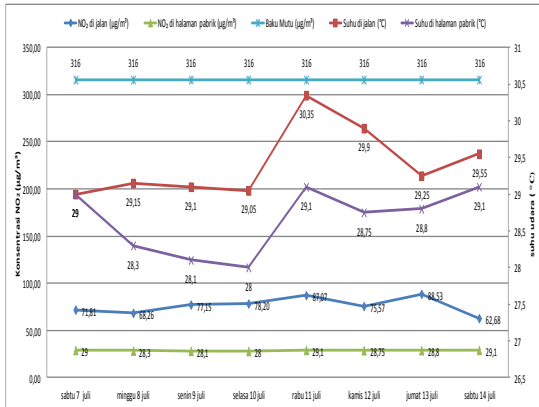
c. Suhu



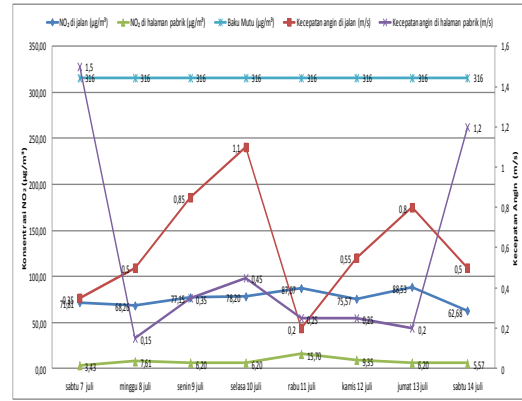
(a)



(b)

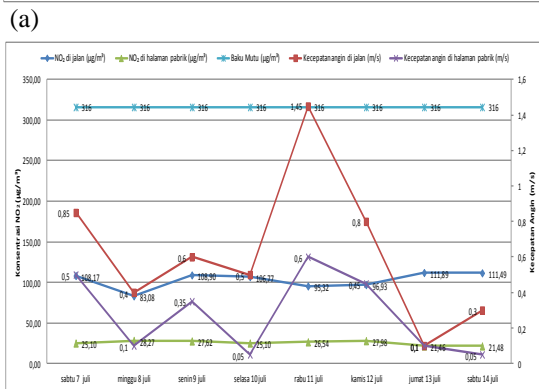
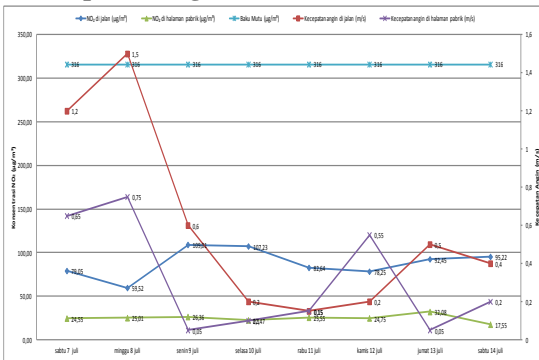


(c) Gambar 8. Grafik Hubungan Suhu terhadap Konsentrasi NO₂ di Persimpangan Jalan dan di Area Pabrik Pada (a) Jam Padat Motor dan Mobil (09.00-10.00) (b) Jam produksi normal pabrik (15.00-16.00) (c) Jam non produksi pabrik (19.00-20.00)



(c) Gambar 7. Grafik Hubungan Kecepatan Angin terhadap Konsentrasi NO₂ di Persimpangan Jalan dan di Area Pabrik Pada (a) Jam Padat Motor dan Mobil (09.00-10.00) (b) Jam produksi normal pabrik (15.00-16.00) (c) Jam non produksi pabrik (19.00-20.00)

d. Kecepatan Angin



(b) Gambar 8. Grafik Hubungan Kecepatan Angin terhadap Konsentrasi NO₂ di Persimpangan Jalan dan di Area Pabrik Pada (a) Jam Padat Motor dan Mobil (09.00-10.00) (b) Jam produksi normal pabrik (15.00-16.00) (c) Jam non produksi pabrik (19.00-20.00)

Arah angin selama penelitian dominan ke arah timur dan barat. Berdasarkan arah angin dan uji regresi, konsentrasi NO₂ di area pabrik tidak dipengaruhi oleh kegiatan lalu lintas di persimpangan Jarakah. Begitu juga sebaliknya, konsentrasi NO₂ di persimpangan Jarakah tidak dipengaruhi oleh kegiatan produksi besi baja PT. Inti General Yaja Steel.

KESIMPULAN

1. Hasil pengukuran NO₂ di area pabrik PT. Inti General Yaja Steel menunjukkan bahwa konsentrasi NO₂ berada pada rentang $3 \mu\text{g}/\text{m}^3 - 29 \mu\text{g}/\text{m}^3$, jauh berada di bawah baku mutu yaitu $316 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sedangkan hasil pengukuran NO₂ di persimpangan Jarakah bahwa konsentrasi NO₂ berada pada rentang $10 \mu\text{g}/\text{m}^3 - 112 \mu\text{g}/\text{m}^3$, jauh berada di atas baku mutu yaitu $316 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Untuk memperkuat analisis, dilakukan analisis statistik dengan menggunakan *Independent Sampel T Test*. Hasil statistik signifikansi memiliki nilai sebesar $0.000 < 0.05$ sehingga H_0 ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan konsentrasi NO₂ di persimpangan jalan dan di area pabrik. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa konsentrasi NO₂ yang dihasilkan dari

volume kendaraan yang melintas di persimpangan Jarakah lebih tinggi dibandingkan konsentrasi NO_2 yang dihasilkan dari volume bahan bakar produksi besi yang digunakan oleh pabrik PT. Inti General Yaja Steel.

2. Menganalisis pengaruh volume sumber pencemar, kelembaban, suhu, arah dan kecepatan angin terhadap konsentrasi NO_2 di area pabrik PT. Inti General Yaja Steel dan di persimpangan Jarakah.

Dari hasil analisis korelasi antara volume sumber pencemar yaitu volume kendaraan yang melintas dengan konsentrasi NO_2 di persimpangan Jarakah, dapat dilihat bahwa besar hubungan antara variabel jumlah kendaraan dengan konsentrasi NO_2 ialah (+) 0,930. Artinya hubungan kedua variabel tersebut sangat kuat. Korelasi positif (+) menunjukkan bahwa hubungan antara jumlah kendaraan dengan konsentrasi NO_2 adalah searah..

- Dari hasil analisis antara volume sumber pencemar yaitu volume bahan bakar yang digunakan untuk produksi besi dengan konsentrasi NO_2 di area PT. Inti General Yaja Steel, dapat dilihat bahwa besar hubungan antara variabel volume bahan bakar yang digunakan untuk produksi besi dengan konsentrasi NO_2 ialah (+) 0,947. Artinya hubungan kedua variabel tersebut sangat kuat. Korelasi positif (+) menunjukkan bahwa hubungan antara volume bahan bakar yang digunakan untuk produksi besi dengan konsentrasi NO_2 adalah searah. Artinya jika jumlah bahan bakar meningkat, maka konsentrasi NO_2 akan meningkat. Angka signifikansi (sig) sebesar 0,000 yang lebih kecil dari 0,05, hal ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan signifikan antara volume bahan bakar yang

digunakan untuk produksi besi yang melintas dengan konsentrasi NO_2 di persimpangan Jarakah.

- a. Dari hasil analisis antara kelembaban udara dengan konsentrasi NO_2 di persimpangan Jarakah, dapat dilihat bahwa besar hubungan antara variabel kelembaban udara dengan konsentrasi NO_2 ialah (-) 0,730. Artinya hubungan kedua variabel tersebut sangat kuat. Korelasi negatif (-) menunjukkan bahwa hubungan antara kelembaban dengan konsentrasi NO_2 adalah berbalik arah. Artinya jika kelembaban besar, maka konsentrasi NO_2 tidak akan meningkat cenderung menurun. Angka signifikansi (sig) sebesar 0,000 yang lebih kecil dari 0,05, hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan signifikan antara kelembaban udara dengan konsentrasi NO_2 di persimpangan Jarakah.
- b. Dari hasil analisis antara suhu udara dengan konsentrasi NO_2 di persimpangan Jarakah, dapat dilihat bahwa besar hubungan antara variabel suhu udara dengan konsentrasi NO_2 ialah 0,729. Artinya hubungan kedua variabel tersebut sangat kuat. Korelasi positif (+) menunjukkan bahwa hubungan antara suhu dengan konsentrasi NO_2 adalah searah. Artinya jika suhu besar, maka konsentrasi NO_2 akan naik, begitu juga sebaliknya. Angka signifikansi (sig) sebesar 0,000 yang lebih kecil dari 0,05, hal ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan signifikan antara suhu udara dengan konsentrasi NO_2 di persimpangan Jarakah.
- c. Dari hasil analisis antara arah dan kecepatan angin dengan konsentrasi NO_2 di persimpangan Jarakah, dapat dilihat bahwa besar

hubungan antara variabel kecepatan angin dengan konsentrasi NO₂ ialah (-) 370 Artinya hubungan kedua variabel tersebut cukup. Korelasi negatif (-) menunjukkan bahwa hubungan antara kecepatan angin dengan konsentrasi NO₂ adalah tidak searah. Artinya jika kecepatan angin besar, maka konsentrasi NO₂ akan menurun, begitu juga sebaliknya. Angka signifikasi (sig) sebesar 0,038 yang lebih kecil dari 0,05, hal ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan signifikan antara kecepatan angin dengan konsentrasi NO₂ di persimpangan Jarakah.

Arah angin pada lokasi penelitian selama waktu pengambilan sampel dominan ke arah timur dan barat, hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi NO₂ di persimpangan jalan masuk ke area pabrik karena pabrik berada di sebelah utara persimpangan Jarakah.

3. Menganalisis pengaruh volume bahan bakar untuk produksi besi, kelembaban, suhu, arah dan kecepatan angin pada area pabrik PT. Inti General Yaja Steel terhadap besaran konsentrasi NO₂ di persimpangan Jarakah.

Berdasarkan hasil analisis Anova dengan menggunakan *software* SPSS 17, didapatkan bahwa nilai F dari hasil uji ANOVA adalah sebesar 9,159 sehingga F hitung > F tabel yaitu $9,159 > 2,90$ maka Ho ditolak dan H1 diterima. Hasil menunjukkan bahwa jumlah bahan bakar yang digunakan untuk kegiatan produksi di pabrik, kelembaban, suhu dan kecepatan angin di halaman pabrik PT. Inti General Yaja Steel mempengaruhi konsentrasi NO₂ di persimpangan Jarakah.

Berdasarkan hasil analisis Anova dengan menggunakan *software* SPSS

17, didapatkan bahwa nilai F dari hasil uji ANOVA adalah sebesar 4,843 sehingga F hitung > F tabel yaitu $4,843 > 2,90$ maka Ho ditolak dan H1 diterima. Hasil menunjukkan bahwa jumlah kendaraan, kelembaban, suhu dan kecepatan angin di persimpangan Jarakah mempengaruhi konsentrasi NO₂ di halaman pabrik PT. Inti General Yaja Steel.

SARAN

1. Bagi peneliti selanjutnya, perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai penelitian ini. Peneliti diharapkan dapat memperbanyak titik pengambilan sampel. Karena pada penelitian ini salah satu sumber pencemar berupa *point source* maka dianjurkan titik pengambilan sampel mengikuti petunjuk arah mata angin *windrose*. Selain itu peneliti disarankan meneliti parameter meteorologi lainnya selain kecepatan angin, kelembaban untuk mengetahui parameter tersebut mempengaruhi konsentrasi NO₂ di udara ambien atau tidak.
2. Bagi PT. Inti General Yaja Steel, disarankan untuk terus melakukan pengendalian emisi dan memberikan informasi kepada masyarakat sekitar bahwa konsentrasi NO₂ yang terkandung sudah aman sehingga tidak membahayakan kesehatan.
3. Bagi masyarakat sekitar PT. Inti General Yaja Steel, disarankan untuk mengenali lebih dalam tentang dampak dari pencemaran udara sehingga mengetahui bahaya dari gas NO₂ bagi kesehatan apabila konsentrasi NO₂ telah melampaui ambang batas udara ambien.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusyana, Yus dan Islandsript. 2011. *Olah Data Skripsi dan Penelitian dengan SPSS 19*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.

- Arikunto, Suharsimi. 2010. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Yogyakarta : Rineka Cipta.
- Bachtiar, Vera Surtia. 2003. *Kajian Hubungan Antara Variasi Kecepatan Kendaraan Dengan Emisi Yang Dikeluarkan Pada Kendaraan Roda Empat*. Laporan Tugas Akhir. Padang: Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Unand
- Bureau of Energy Efficiency. *Energy Efficiency in Thermal Utilities*. Chapter 1. 2004
- Badan Pengatur Hilir Minyak dan Gas Bumi (BPH MIGAS). 2005. *Komoditas BBM: Minyak Bakar (MFO)*. http://www.bphmigas.go.id/p/bphmigas/pages/bbm/jenis_bbm.html. Diakses pada tanggal 4 Mei 2012.
- Cooper, C David dan Alley, FC. 1994. *Air Pollution Control: A Design Approach*. Second Edition. United States: Waveland Press. Inc.
- Departemen Kesehatan. 2004. *Parameter Pencemar Udara dan Dampaknya Terhadap Kesehatan*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Dinas Perhubungan Kota Semarang. (2011). *Perhitungan Volume Lalu Lintas Kendaraan*. Semarang : Dinas Perhubungan Kota Semarang
- EPA. (1991). *Building Air Quality*. Washington DC : US EPA Indoor AirDevisiion. US Government Printing Office.
- Fardiaz, Srikandi. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta : Kanisius.
- Zendrato, Eliyunus. 2010. *Pengukuran Kadar Gas Pencemar Nitrogen Dioksida (NO2) Di Udara Sekitar Kawasan Industri Medan*. Tugas Akhir. Medan: FMIPA Universitas Sumatera Utara.
- Hariastuti, Nani. 1996. *Penurunan Kualitas Udara di Sekitar Industri Peleburan Besi Baja dengan Tanur Busur Listrik (Electric Arc Furnace)*. Penelitian Industri Baja. Jakarta: Litbang Industri
- Huboyo, Haryono S dan M Arief Budihardjo. 2008. *Buku Ajar Mata Kuliah Pencemaran Udara*. Semarang: Program Studi Teknik Lingkungan Diponegoro.
- Jogiyanto, H.M. 2004. *Metodologi Penelitian Bisnis : Salah Kaprah dan Pengalaman-pengalaman*. Yogyakarta: BPFE-Yogyakarta.
- Kementrian Negara Lingkungan hidup (KLH). 2007. *Memprakirakan Dampak Lingkungan : Kualitas Udara*. Jakarta.
- Lakitan, Benyamin. (1997). *Dasar-dasar Klimatologi*. Cetakan ke-6. Jakarta : PT. Raja Grafindo Persada
- Lutgens, F.K & Edward Jr., Tarbuck (1982). *The Atmosphere second edition*. New Jersey : Prentice Hill, Inc.
- Manik, K.E.S. 2003. *Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Jakarta: Djembatan.
- Mulia, Ricky M. 2005. *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Neirburger, Morris. (1995). *Memahami Lingkungan Atmosfer Kita- Terjemahan*. ITB : Ardino Purbu. Bandung.
- Nevers, D Noel. 2000. *Air Pollution Control Engineering*. Singapore: Mc Graw Hill, Inc.
- Nirwana, Sitepu. (1994). *Analisa Regresi dan Korelasi*. Bandung : Usaha Unit Pelayanan Statistika Jurusan Statistika FMIPA Universitas Padjajaran.
- Nugroho, Bhuono Agung. 2005. *Strategi Jitu Memilih Metode Statistik Penelitian dengan SPSS*. Yogyakarta : Andi Offset.
- Obert F E. (1982). *Internal Combustion Engines*. Cetakan ke-3. Pennsylvania : International Text Book Company
- Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara. 1999. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup.
- Susanto, Donie. 2006. *Hubungan Volume Kendaraan Bermotor, Suhu, Kelembaban, Arah dan Kecepatan Angin*

- dengan Konsentrasi NO_2 di Ruang Parkir Bawah Tanah (Dalam Ruang) dan di Ruas Jalan (Luar Ruang) (Studi Kasus: Malioboro Mall, Yogyakarta). Laporan Tugas Akhir. Semarang: Program Studi Teknik Lingkungan Diponegoro.
- Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara. 1999. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup.
- Putri, Ardini Retno. 2006. *Analisis Konsentrasi NO_2 di Dalam Ruang Pada Rumah Tinggak di Tepi Jalan Raya (Studi Kasus: Wilayah Karees, Bandung)*. Laporan Tugas Akhir. Bandung: Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan ITB.
- Subaid, Maria Sheryl. 2002. *Pengaruh Suhu Udara, Curah Hujan, Kelembaban Udra, dan Kecepatan Angin Terhadap Fluktuasi Konsentrasi Gas-Gas NO_2 , O_3 , dan SO_2 di Area PLTP Gunung Salak, Sukabumi*. Laporan Tugas Akhir. Bogor : FMIPA IPB
- Santoso, Singgih. 2003. *Masalah Statistik dengan SPSS versi 11.5*. Jakarta : Gramedia.
- Sarwono, Jonathan. 2012. *Metode Riset Skripsi Pendekatan Kuantitatif (Menggunakan Prosedur SPSS)*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo
- Sawyer, C.N, McCarty, P.L, Parkin , G.F. 2003. *Chemistry for Environmental Engineering and Science*. 5th ed. New York : Mc. Graw Hill.
- SNI-19-7119.6-2005. 2004. *Udara Ambien – Bagian 6 : Penentuan Lokasi Pengambilan Contoh Uji Pemantauan Kualitas Udara Ambien*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Soedomo, Moestikahadi. 2001. *Pencemaran Udara (Kumpulan Karya Ilmiah)*. Bandung : Penerbit ITB.
- Soemirat, Juli. 2002. *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sudjana. 2002. *Metode Statistika*. Edisi 6. Bandung: Tarsito.
- Sulaiman, Wahid. 2004. *Analisis Regresi Menggunakan SPSS*. Yogyakarta : Andi Offset.
- Surat Keputusan Gubernur Provinsi Jawa Tengah No. 8 Tahun 2001 tentang Baku Mutu Udara Ambien di Provinsi Jawa Tengah. 2001. Semarang: Gubernur Provinsi Jawa Tengah.
- Suryana. 2010. *Metodologi Penelitian : Model Praktis Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Buku Ajar Perkuliahan. Jakarta: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Tempointeraktif.com (Mei 2012)
- Universitas Gunadarma. 2012. *Bab 5: Bahan Bakar dan Pembakaran*. http://elearning.gunadarma.ac.id/docmodul/penggerak_mula_motor_bakar_torak/bab5bahan_bakar_dan_pembakara_n.pdf. Diakses pada tanggal 12 Mei 2012.
- United Nations Environment Programme. 2006. *Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri di Asia*. www.energyefficiencyasia.org. Diakses pada tanggal 13 Mei 2012.
- Wardhana, Wisnu A. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta : Penerbit Andi Offset.
- Wiwik, Widiawati. 1994. *Pengaruh gas Buang Kendaraan Bermotor Terhadap Kadar Timbal Darah Pedagang Kaki Lima*. Yogyakarta : Buletin Depkes UGM