

**ANALISIS KUALITAS UDARA AMBIEN UNTUK PARAMETER
NITROGEN DIOKSIDA (NO₂) DENGAN GAUSS DISPERSION
MODELS DI DESA SIDOLUHUR, KEC. GODEAN, KAB. SLEMAN,
D.I YOGYAKARTA**

**ANALYSIS OF AIR QUALITY AMBIENT FOR NITROGEN
DIOXIDE (NO₂) BY GAUSS DISPERSION MODELS IN SIDOLUHUR,
GODEAN, SLEMAN, D.I YOGYAKARTA**

Yonatan Hafid

Supriyanto, S.T.,M.Sc.,M.Eng

Program Studi Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia

Gedung M. Natsir (FTSP) Jl. Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta

Email: HafidYonatan@gmail.com

Abstrak : *Industri genteng keramik di Desa Sidoluhur, Kec Godean, Kab. Sleman merupakan salah satu industri yang menjadi tulang punggung perekonomian masyarakat di daerah tersebut. Pembakaran genteng keramik menggunakan kayu bakar sebagai bahan bakar. Masyarakat Desa Sidoluhur masih banyak yang menggunakan kayu bakar untuk proses memasak sehari-hari. Hal itu menyebabkan terjadinya pencemaran udara di lingkungan pemukiman Desa Sidoluhur. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas udara ambien untuk parameter Nitrogen Dioksida (NO₂) dengan metode Griess Saltzman menggunakan spektrofotometer (SNI 19-7119.2-2005) dan kemudian dihitung dengan pemodelan Gauss Dispersion yang berasal dari proses pembakaran industri pembuatan genteng keramik. Konsentrasi tertinggi yang didapat dengan metode Griess Saltzman sebesar 0,689 µg/Nm³ pada tanggal 18 Mei 2015 jam pagi hari (08.30-09.30 WIB) di titik 1. Rasio yang digunakan untuk penggunaan bahan bakar cerobong pembakaran genteng adalah sebesar 10% dan memasak sebesar 90% dengan persentase error 1,635% (titik 1) dan 1,113% (titik 2). Konsentrasi tertinggi yang didapat dengan pemodelan Gauss Dispersion sebesar 1,656 µg/Nm³ pada tanggal 22 Mei 2015 jam pagi hari (08.30-09.30 WIB) di titik 1. Konsentrasi pemodelan di lokasi penelitian titik 1 dan titik 2 pada jarak (x) 500 meter adalah sebesar 1,152 µg/Nm³ dan 1,064 µg/Nm³ dan pada jarak 5000 meter konsentrasi NO₂ adalah sebesar 0,031 µg/Nm³ pada titik 1 dan 0,028 µg/Nm³ pada titik 2.*

Kata kunci: *Bahan Bakar, Gauss Dispersion Models, Genteng, Nitrogen Dioksida (NO₂).*

Abstract : Ceramic tile industry in Sidoluhur, Godean, Sleman is one of industry that became important of the economic people in Sidoluhur Village. Tile combustion process used wood as a fuel. People of sidoluhur village still many use wood as a fuel for daily cooking. It caused the occurrence of air pollution in Sidoluhur village. The aim of this research is to know about air quality ambient for parameter Nitrogen Dioxide (NO_2) with Griess Saltzman method using spectrophotometer (SNI 19-7119.2-2005). Later calculate by using Gaussian Dispersion models form the roof ceramic tile industry combustion process. The highest concentration with Griess Saltzman method is $0,689 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, on May, 18th (08.30-09.30) in location 1. The ratio used of fuel for chimney is 10% and for cooking is 90% with error percentage 1,635% (location 1) and 1,113% (location 2). The highest concentration with Gaussian Dispersion method is $1,656 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ on May 22th (08.30-09.30) in location 1. The concentration of modelling in research location 1 and location 2 at a distance (x) 500 meters are $1,152 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ and $1,064 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ and at a distance 5000 meters concentration NO_2 are $0,031 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ in location 1 and $0,028 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ in location 2.

Keyword : Combustion, Gaussian Dispersion Models, Rooftile, Nitrogen Dioxide (NO_2).

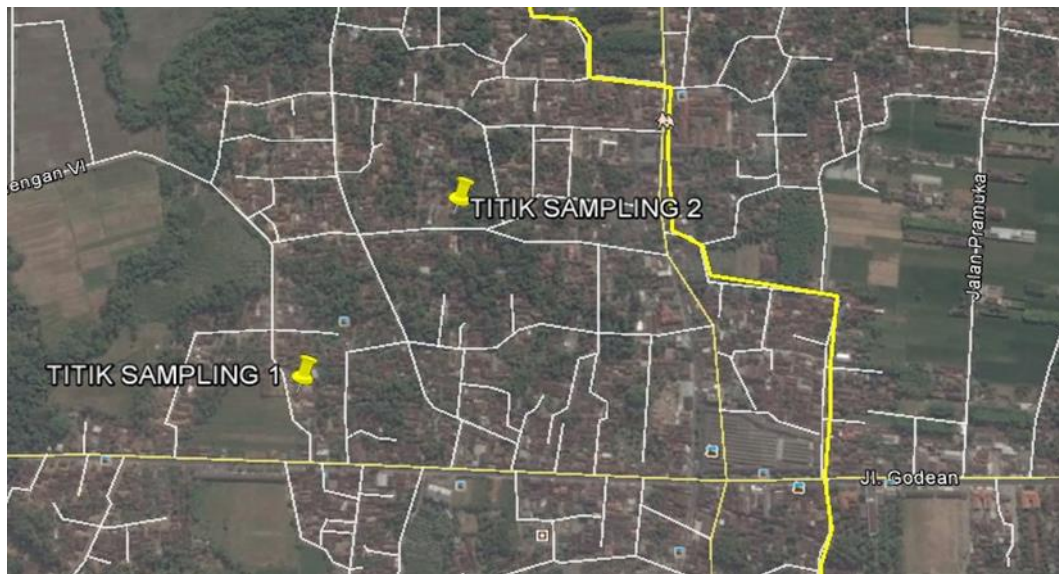
1. LATAR BELAKANG

Pembangunan industri kecil sangat bermanfaat bagi penduduk dan pemerintah, seperti halnya industri pedesaan. Industri pedesaan dapat berfungsi sebagai alat pertumbuhan ekonomi. Industri pedesaan melalui mekanisme pasar dapat mengakumulasi dan mengalihkan modal dari sektor pertanian ke sektor industri. Industrialisasi pedesaan dapat pula meningkatkan penyerapan tenaga kerja yang senantiasa bertambah di pedesaan, meningkatkan kesejahteraan sosial ekonomi, menganekaragamkan ekonomi pedesaan, melalui penciptaan lapangan kerja baru, peningkatan pendapatan dan peningkatan produktivitas ekonomi pedesaan. Sentra industri genteng merupakan salah satu sentra industri yang kian berkembang, hal ini didasari oleh kenyataan bahwa kebutuhan perumahan masyarakat semakin meningkat, sehingga hal ini menyebabkan genteng sebagai salah satu komponen bangunan pun juga meningkat permintaannya. Namun ditengah prospek usaha yang cerah tersebut, terselip beberapa permasalahan yang dapat mengganggu kontinuitas produksi sentra industri genteng dan dampak pada lingkungan, yakni ketersediaan bahan bakar untuk membakar genteng dan polusi udara akibat pembakaran genteng itu sendiri. Industri genteng di Desa Sidoluhur merupakan salah satu industri yang telah dikembangkan dan menjadi tulang punggung perekonomian di Desa Sidoluhur, Kecamatan Godean, Kabupaten Sleman. Masyarakat Desa Sidoluhur menggunakan kayu tidak hanya sebagai bahan bakar untuk membuat genteng, tetapi juga sebagai bahan bakar untuk aktivitas memasak. Hal tersebut menyebabkan semakin meningkatnya pencemaran udara di samping polusi yang dikeluarkan bahan bakar lainnya. Jumlah indutri pengrajin genteng yang ada di Desa Sidoluhur sebanyak 126 unit. Untuk aktifitas memasak, pengguna kompor LPG sebanyak 2804 KK, kompor minyak tanah sebanyak 58 KK, dan kayu bakar sebanyak 1091 KK.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian dan Pengujian

Penelitian dilakukan selama lima hari yaitu dari tanggal 18 Mei 2015 sampai 22 Mei 2015 Lokasi penelitian berada di Desa Sidoluhur, Kecamatan Godean, Kabupaten Sleman. Pemilihan lokasi sampling disesuaikan dengan SNI 19-7119.6-2005 tentang penentuan lokasi pengambilan contoh uji. Lokasi titik sampling dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar -1. Lokasi Pengambilan Sampel

2.2 Metode Sampling dan Pengujian

Pengambilan sampel dilakukan selama 1 jam dengan 2 titik lokasi. Tata cara pengambilan sampel udara berpedoman pada SNI nomor 19-7119.2-2005 tentang Cara Uji NO₂ dengan Metoda Griess saltzman menggunakan Spektrofotometer.

Prinsip pengujian yang dilakukan adalah gas nitrogen dioksida 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.

2.3 Metode Pemodelan Gauss Dispersion Models

Persamaan Model Gauss Dispersion untuk konsentrasi rata-rata dispersi dari sumber stack sesuai arah angin adalah :

- Pemodelan *Gauss Dispersion tipe Point Source*

$$c = \frac{Q}{2\pi \cdot u \cdot \sigma_z \cdot \sigma_z} \cdot \exp\left[-\left(\frac{1}{2} \frac{y^2}{\sigma_y^2} + \frac{1}{2} \frac{(z-H)^2}{\sigma_z^2}\right)\right] \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

C = Konsentrasi polutan udara dalam massa per volume (ug/m³); Q = Laju emisi polutan dalam massa per waktu (g/s); u = Kecepatan angin (m/s); σ_y = Koefisien dispersi secara horizontal terhadap sumbu x (m); σ_z = Koefisien dispersi secara vertikal terhadap sumbu x (m); π = Konstanta matematika (3,14); H = Tinggi efektif stack (cerobong) dari pusat kepulan (m) (H = h + Δh); y = Jarak pengamat terhadap cerobong yang searah dengan arah angin (m); z = Jarak pengamat dari tanah (m). [6]

- Tinggi Efektif Stack Cerobong (*Plume Rise*)

$$\Delta H = \frac{Us \cdot d}{u} \left[1,5 + (2,68 \times 10^{-2} \cdot (P) \cdot \left(\frac{T_s - T_a}{T_s} \right) \cdot d) \right] \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

ΔH = plume rise (m); U_s = kecepatan polutan keluar dari cerobong (m/s); d = diameter cerobong asap (m); T_s = suhu polutan (K); T_a = suhu lingkungan (K); P = tekanan atmosfer (mmHg); u = kecepatan angin (m/s); $2,68 \times 10^{-3}$ = konstanta.

Tetapan dispersi tidak saja merupakan fungsi dari jarak tetapi juga bergantung pada kestabilan atmosfer.

Tetapan dispersi horizontal (σ_y) dinyatakan sebagai :

$$\sigma_y = ax^{0,894} \dots\dots\dots(3)$$

Tetapan dispersi vertikal (σ_z) dinyatakan sebagai :

$$\sigma_z = cx^d + f \dots\dots\dots(4)$$

Untuk tetapan a, c, d, dan f bervariasi pada setiap klasifikasi kestabilan atmosfer. Untuk klasifikasi kestabilan atmosfer dapat dilihat pada tabel berikut jarak x dinyatakan dalam kilometer untuk menghasilkan σ_z dan σ_y dalam meter.

Tabel -1. Nilai Tetapan Dispersi Nilai a, c, d, dan f

Kestabilan	a	x < 1 km			x > 1 km		
		c	d	f	c	d	f
A	213	440,8	1,941	9,27	459,7	2,094	-9,6
B	156	106,6	1,149	3,3	108,2	1,098	2
C	104	61	0,911	0	61	0,911	0
D	68	33,2	0,725	-1,7	44,5	0,516	-13
E	50,5	22,8	0,678	-1,3	55,4	0,305	-34
F	34	14,35	0,74	-0,35	62,6	0,18	-48,6

Kecepatan angin umumnya bergantung dengan ketinggian, sehingga perlu diperkirakannya keadaan angin pada elevasi yang lebih tinggi dari standar 10 meter anemometer. Persamaan berikut ini digunakan untuk mengkoreksi kecepatan angin pada elevasi hingga beberapa ratus meter di atas permukaan tanah :

$$u = u_0 \left(\frac{z}{z_0} \right)^p \dots\dots\dots(5)$$

Dimana :

u = kecepatan angin pada ketinggian titik pantau; u_0 = kecepatan angin pada ketinggian z_0 yang diketahui; z = ketinggian titik pantau; z_0 = ketinggian pada kecepatan angin yang diketahui; p = parameter tanpa dimensi yang bervariasi dengan kestabilan atmosfer.

2.4 Variabel Rasio yang Digunakan

Variabel rasio digunakan untuk mengetahui persentase penggunaan bahan bakar dan dibandingkan dengan hasil sampling di lapangan, Variabel rasio yang digunakan adalah rasio yang presentase errornya paling kecil dan yang hasilnya paling mendekati dengan hasil sampling. Variabel yang digunakan antara lain: (1) 10% Memasak dan 90% Cerobong; (2) 30% Memasak dan 70% Cerobong; (3) 40% Memasak dan 60% Cerobong; (4) 50% Memasak dan 50% Cerobong; (5) 90% Memasak dan 10% Cerobong. Variabel Rasio yang digunakan untuk perhitungan adalah 90% Memasak dan 10% Cerobong.

3. PEMBAHASAN

3.1 Hasil Analisa Konsentrasi NO₂ pada Lokasi Penelitian

Pengukuran Nitrogen Dioksida NO₂ dilaksanakan pada tanggal 18 Mei 2015 sampai dengan 22 Mei 2015 di Desa Sidoluhur, Kecamatan Godean, Kabupaten Sleman, D.I Yogyakarta. Pengambilan sampel dilaksanakan pada pagi hari (08.30-09.30 WIB) dan siang hari (12.00-13.00 WIB). Lokasi sampling dilakukan berdasarkan arah angin. Hasil dari pengukuran konsentrasi NO₂ dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel -2. Grafik Perbandingan Konsentrasi NO₂ dengan Baku Mutu di Titik 1

No	Waktu	Lokasi	Konsentrasi NO ₂ (µg/Nm ³)		Baku Mutu Udara Ambien (µg/Nm ³)
			PAGI	SIANG	
1	18-Mei-15	Titik 1	0,596	0,397	400
2	19-Mei-15	Titik 1	0,450	0,369	400
3	20-Mei-15	Titik 1	0,452	0,574	400
4	21-Mei-15	Titik 1	0,423	0,396	400
5	22-Mei-15	Titik 1	0,511	0,335	400
RATA – RATA			0,486	0,414	

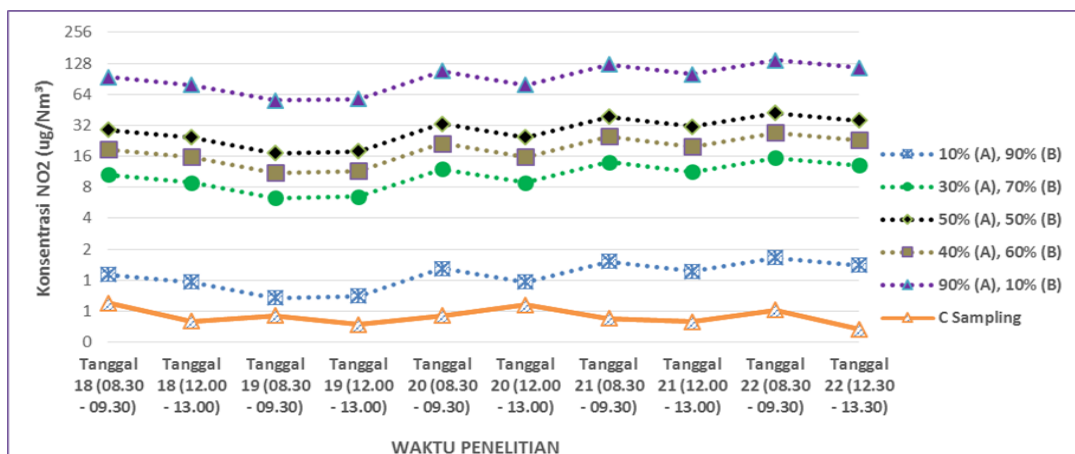
Tabel -3. Grafik Perbandingan Konsentrasi NO₂ dengan Baku Mutu di Titik 2

No	Waktu	Lokasi	Konsentrasi NO ₂ (µg/Nm ³)		Baku Mutu Udara Ambien (µg/Nm ³)
			PAGI	SIANG	
1	18-Mei-15	Titik 2	0,689	0,545	400
2	19-Mei-15	Titik 2	0,512	0,543	400
3	20-Mei-15	Titik 2	0,657	0,456	400
4	21-Mei-15	Titik 2	0,391	0,428	400
5	22-Mei-15	Titik 2	0,483	0,515	400
RATA - RATA			0,547	0,497	

Berdasarkan tabel diatas, hasil pengukuran yang dilakukan masih jauh dari baku mutu udara ambien (BMUA) sesuai dengan Keputusan Gubernur D.I Yogyakarta Nomor 153 Tahun 2002 selama 1 jam sebesar 400 µg/m³. Hal itu dikarenakan pada waktu penelitian ini banyak dari industri pembakaran genteng keramik yang tidak melakukan produksi.

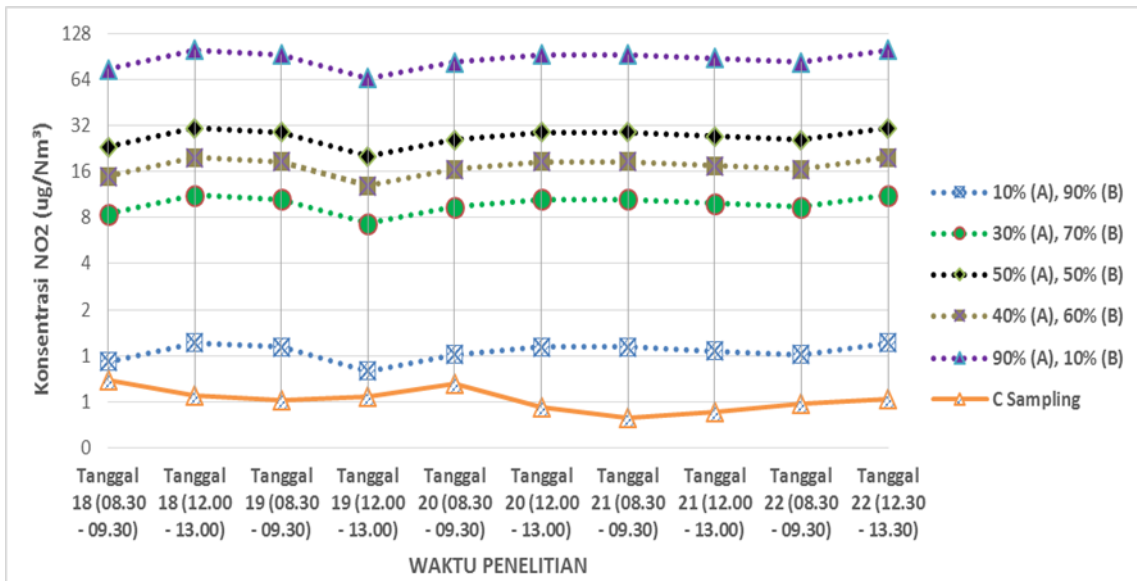
3.2 Hasil dan Analisa Pemodelan *Gauss Dispersion*.

Sebelum melakukan perhitungan dengan menggunakan Pemodelan Gauss Dispersion tipe Point Source perlu mengetahui variabel rasio yang digunakan untuk melakukan perhitungan. pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui dispersi gas NO₂ pada sumber polutan yang didapatkan dari aktivitas pembakaran genteng dan kegiatan memasak. Kegiatan memasak yang digunakan oleh masyarakat Desa Sidoluhur, antara lain kompor LPG, kompor minyak tanah, dan kayu bakar. Perhitungan variabel rasio dapat dilihat pada gambar berikut :



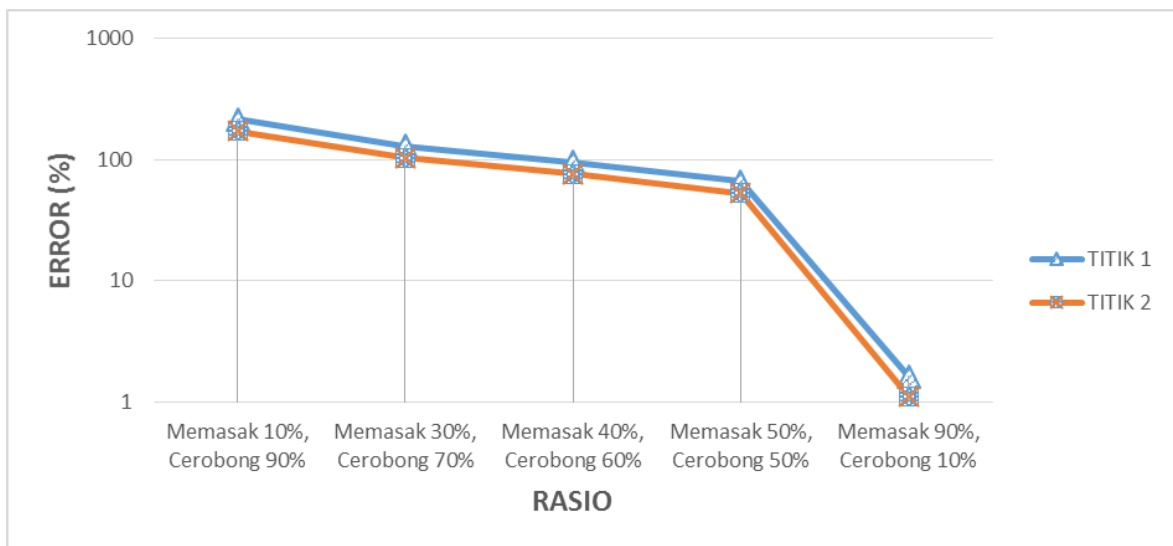
Keterangan:
A = Cerobong
B = Memasak

Gambar -2. Menghitung rasio persentase terhadap bahan bakar yang digunakan di titik 1



Keterangan:
A = Cerobong
B = Memasak

Gambar -3. Menghitung rasio persentase terhadap bahan bakar yang digunakan di titik 2



Gambar -4. Grafik Persentase Kesalahan Rasio

Dilihat dari grafik presentase kesalahan rasio diatas, persentase penggunaan memasak 90% dan cerobong 10% adalah yang memiliki presentase error paling kecil. Selisih persentase error kesalahan pada titik 1 sebesar 1,635% dan titik 2 sebesar 1,113%.

Setelah didapatkan persentase yang paling mendekati, yaitu kegiatan memasak 90% dan pembakaran cerobong 10%. Setelah itu dihitung dengan menggunakan pemodelan gauss. Hasil dari pemodelan tersebut dapat dilihat pada gambar Tabel 4 dan 5 dibawah ini.

Tabel -4. Perbandingan C Sampling NO₂ dengan C Model, Cerobong, Kompor LPG, Minyak Tanah, dan Kayu Bakar di Titik 1

Tanggal	C Model Total (µg/Nm ³)	C Sampling (µg/Nm ³)	Cerobong (µg/Nm ³)	LPG (µg/Nm ³)	Minyak Tanah (µg/Nm ³)	Kayu Bakar (µg/Nm ³)
18-Mei-15	1,138	0,596	0,919	0,037	0,00001	0,182
	0,959	0,397	0,774	0,031	0,00001	0,153
19-Mei-15	0,675	0,450	0,545	0,022	0,00001	0,108
	0,701	0,369	0,566	0,023	0,00001	0,112
20-Mei-15	1,301	0,452	1,051	0,042	0,00002	0,208
	0,959	0,574	0,774	0,031	0,00001	0,153
21-Mei-15	1,518	0,423	1,226	0,049	0,00002	0,243
	1,215	0,396	0,981	0,040	0,00001	0,194
22-Mei-15	1,656	0,511	1,337	0,054	0,00002	0,265
	1,401	0,335	1,131	0,046	0,00002	0,224

Tabel -5. Perbandingan C Sampling NO₂ dengan C Model, Cerobong, Kompor LPG, Minyak Tanah, dan Kayu Bakar di Titik 2

Tanggal	C Model Total (µg/Nm ³)	C Sampling (µg/Nm ³)	Cerobong (µg/Nm ³)	LPG (µg/Nm ³)	Minyak Tanah (µg/Nm ³)	Kayu Bakar (µg/Nm ³)
18-Mei-15	0,911	0,689	0,735	0,030	0,000	0,146
	1,215	0,545	0,981	0,040	0,000	0,194
19-Mei-15	1,139	0,512	0,919	0,037	0,000	0,182
	0,792	0,543	0,640	0,026	0,000	0,127
20-Mei-15	1,012	0,657	0,817	0,033	0,000	0,162
	1,139	0,456	0,919	0,037	0,000	0,182
21-Mei-15	1,138	0,391	0,919	0,037	0,000	0,182
	1,072	0,428	0,865	0,035	0,000	0,171
22-Mei-15	1,012	0,483	0,817	0,033	0,000	0,162
	1,215	0,515	0,981	0,040	0,000	0,194

3.3 Perhitungan Konsentrasi Model terhadap Jarak.

Konsentrasi model NO₂ pada jarak 500 meter sampai dengan 5000 km.

Tabel -6. Model Konsentrasi NO₂ terhadap jarak

X (km)	Konsentrasi NO ₂	
	TITIK 1 (µg/Nm ³)	TITIK 2 (µg/Nm ³)
0,5	1,152	1,064
1	0,607	0,561
1,5	0,304	0,281
2	0,180	0,166
2,5	0,118	0,109
3	0,083	0,077
3,5	0,062	0,057
4	0,047	0,044
4,5	0,038	0,035
5	0,031	0,028

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Konsentrasi udara ambien untuk parameter NO₂ pada titik 1 sebesar 0,450 µg/Nm³ dan titik 2 sebesar 0,522 µg/Nm³, sehingga hasil tersebut tidak melebihi baku mutu udara ambien sesuai dengan Keputusan Gubernur D.I Yogyakarta Nomor 153 Tahun 2002 pengukuran selama 1 jam yaitu sebesar 400 µg/Nm³.
2. Jarak dispersi emisi Nitrogen Dioksida (NO₂) pada titik 1 dengan jarak 0,5 – 5 km, rentang nilai konsentrasi yang didapat adalah sebesar 0,031 – 1,152 µg/Nm³. Konsentrasi pada titik 2 dengan jarak 0,5 - 5 km, rentang nilai konsentrasi yang didapat adalah sebesar 0,028 – 1,064 µg/Nm³, yang menandakan bahwa semakin jauh jarak dispersi, maka semakin kecil konsentrasi NO₂ pada udara ambien yang didapatkan.

5. REFERENSI

- Achmad, R. 2004. **Kimia Lingkungan Edisi 1**. Yogyakarta. Andi Offset. hlm. 15-16.
- Alimah, Dewi. 2010. **Kayu Sebagai Sumber Energi**. Makalah dalam seminar Hasil Penelitian Kehutanan, Banjarbaru, Kalimantan Selatan.
- Anonimous. 2004. **Wood Biomass for Energy**. Techline. Forest Products Laboratory. <http://www.fpl.fs.fed.us>. (Diakses pada 7 – 11 – 2015)

- Arya, S. P. 1999. **Air Pollution Meteorology and Dispersion**. New York: Oxford University Press, Inc.
- Badan Lingkungan Hidup Yogyakarta. 2013. **Laporan Pemantauan Kualitas Udara 2013**. Yogyakarta: Badan Lingkungan Hidup Yogyakarta.
- Badan Penelitian dan Pengembangan. 2009. **Kajian Konversi Minyak Tanah ke Gas Elpiji di Sumatera Utara**. Medan: Badan Penelitian dan Pengembangan.
- Badan Pusat Statistik D.I Yogyakarta. 2012. **Statistik Lingkungan Hidup 2012**. Yogyakarta: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik D.I Yogyakarta. 2014. **Kecamatan Godean dalam Angka 2014**. Yogyakarta: Koordinator Statistik Kecamatan Godean.
- Brady, James .E. 1999. **Kimia Universitas Azas & Struktur Jilid 1, Edisi ke-5**. Jakarta : Binarupa Aksara
- Darmawijaya, I. 1990. **Klasifikasi Tanah, Dasar – dasar Teori Bagi Penelitian Tanah dan Pelaksanaan Penelitian**. Yogyakarta: UGM Press.
- Dinas Perdagangan, Perindustrian, Koperasi dan Penanaman Modal Kabupaten Sleman. 2010. **Data Dinas Perdagangan, Perindustrian, Koperasi dan Penanaman Modal Kabupaten Sleman 2007-2010**. Sleman
- Departemen Sumber Daya Mineral. 2008. **Informasi Minyak dan Gas**. www.migas.esdm.go.id (7-11-2015)
- De Nevers, N. 1995. **Air Pollution Control Engineering**. McGraw-Hill, Inc.
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. 1986. **Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBBI)**. Jakarta: Depdikbud
- Dwiprabowo, Hariyatno. 2010. **Kajian Kebijakan Kayu Bakar sebagai Sumber Energi di Pedesaan Pulau Jawa**. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, 1(1): 1-2.
- FAO. 2007. **About Wood Energy**. Website www.fao.org/forestry/site/14067/en. (Diakses tanggal 7-11-2015).
- Faridah, A., dkk. 2008. **Patiseri Jilid II**. Jakarta: Direktorat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Fardiaz, Srikandi. 1992. **Polusi Air & Udara**. Bogor: Kanisius.
- Han, Suqin, Hai Bian, Yinchang Feng, Aixia Liu, Xiangjin Li, Fang Zeng, Xiaolinng Zhang. 2011. **Analysis of the Relathionship Between o3, n0 and no2 In Tianjin, China**. *Journal Aerosol and Air Quality Research*. 11. 128-139

Haryanto, A. & Triyono, S. 2012. **Studi Emisi Tungku Masak Rumah Tangga.** *Jurnal Agritech.* 4(4). 425-431.

Heinz Frick. 1980. **Ilmu Konstruksi Bangunan 1.** Yogyakarta: Kanisius.

Heryuni, S. 1993. **Kualitas Lingkungan Kerja Perkantoran dan Standardnya.** Majalah HIPERKES dan Keselamatan Kerja, Volume XXVI No. 2 dan 3, April-September. Departemen Tenaga Kerja RI

Himawanto, D.A., Supriyadi. 2009. **Penerapan Briket Biocoal Hasil Penelitian Sebagai Bahan Bakar Pembakaran Genteng di Sentra Genteng Jetis Klepu Ceper Klaten.** *Jurnal Agritech.* 1(1). 20-37

Haygreen, J. G. dan J. L. Bowyer. 1996. **Hasil Hutan dan Ilmu Kayu.** Yogyakarta: Terjemahan Gadjah Mada University.

Haygreen, J. G., J. L. Bowyer, and R. Schmulsky. 2003. **Forest Product and Wood Sciences an Intoduction.** Ames : IOWA State University Press

Huhtinen, M. 2005. **Wood Energy Basic Information Pages, Wood As a Fuel.** <http://www.ncp.fi> . (Diakses pada 7 – 11 – 2015).

Ismoyo. 1996. **Bahan Bangunan Teknik Sipil.** Surakarta: UNS-Press

Keputusan Gubernur Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 153 Tahun 2002 tentang Baku Mutu Udara Ambien Daerah di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. 2002. Yogyakarta.

Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/MENKES/SK/XI/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri. 2002. Jakarta.

Masykuri dan Mudjijono. 2011. **Aplikasi Metode Griess-Saltzman dengan Teknik Impinger Tunggal Sebagai Alternatif Pengukuran Polutan NO₂ di Udara.** *Jurnal EKOSAINS.* Vol. III. 33-40

Moreira, J.S. 1997. Wood Fuels and Biomass Energy. Household to Industry

Mukono, J. 2008. **Pencemaran Udara dan Pengaruhnya Terhadap Gangguan Saluran Pernapasan.** Surabaya: Airlangga University Press.

Oktora, Bunga. 2008. **Hubungan Antara Kualitas Udara dengan Kesehatan Manusia.** Jakarta: FKM Universitas Indonesia.

Peavy, R. 1986. **Sediment Transport for Engineers.** New York: McGraw-Hill.

Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 8 Tahun 2010 tentang Program Langit Biru. 2010. D. I. Yogyakarta

- Permatasari, Aktrista Ika Ayu. 2014. **Analisis Pemetaan Kualitas Udara Ambien Menggunakan Perangkat Lunak ARCGIS 10 dan Model Dispersi GAUSS (Studi Kasus Kawasan Bukit Semarang Baru Kecamatan Mijen, Kota Semarang)**. Semarang: eprintsundip
- Pitts, Barbara J. Finlayson, Pitts, James N Jr. 1986. **Athmospheric Chemistry, Fundamental & Experimental Techniques**. A. Willey – Interscience Publication : New York USA.
- Prawirohatmodjo, S. 2004. **Sifat-sifat Fisika Kayu**. Yogyakarta: Bagian Penerbitan Fakultas Kehutanan UGM.
- Prayitno, T.A., 2007. **Pertumbuhan Pohon dan Kualitas Kayu**. Program Studi Ilmu Kehutanan. Fakultas Kehutanan. Universitas Gadjah Mada.
- Prayudi, Teguh. 2003. **Dampak Industri Pengecoran Logam Terhadap Kualitas Gas NO₂ Dalam Udara Ambien di Daerah Ceper**. *Journal of Ecotechnology*. P3TL-BPPT. 4 (1): 27-33
- Rani, Bina, Upma Singh, A K Chuhan, Diwakar Sharma, Raaz Maheswari. **Photochemical Smog Pollution and Its Mitigation Measures**. *Journal of Advanced Scientific Research*. 2011; 2 (4): 28-33
- Seinfeld, J.H., and Pandis, S.N. 2006. **Atmospheric Chemistry And Physics**. Ney Jersey: From Air Pollution To Climate Change, 2 nd ., Ed., John Wiley & Sons, Inc., Hoboken.
- Setywati, Sriadi & dkk. 2013. **Karakteristik Perindustrian Genteng di Desa Sidoluhur Kecamatan Godean Kabupaten Sleman**. *Jurnal Geomedia*, Vol. 11 Nomor 2; 245-252.
- Soedomo, M. 1992. **Status Pencemaran Udara di Lima Kota Besar, DKI Jakarta, Surabaya, Bandung, Semarang dan Medan**. LPM ITB – BAPEDAL, Jakarta.
- Soedomo, M. 2001. **Kumpulan Karya Ilmiah, Pencemaran Udara**. Bandung: Penerbit ITB.
- Suwardono. 2001. **Mengenal Pembuatan Bata Genteng dan Genteng Bergelasir**. CV Yrama Widya: Bandung
- Standart Nasional Indonesia. 1991. **SNI Nomor 03-2095-1991 tentang Genteng Keramik**. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional - BSN.
- Standar Nasional Indonesia. 2010. **SNI Nomor 19-7119.2-2005 tentang Cara Uji NO₂ dengan Metoda Griess saltzman menggunakan Spektrofotometer**. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. 2004. **SNI Nomor SNI-19-7119.6-2005 tentang Pemantauan Lokasi Pengambilan Contoh Uji Pemantauan Kualitas Udara Ambien**. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

- Susanto.J.P. 2004. **Pemanfaatan Passive Sampler Untuk Monitoring Kualitas NO₂ Dalam Udara Ambien di Beberapa Lokasi di Indonesia.** *Jurnal Ecotechnology.* P3TL-BPPT. 4. (2): 75-81
- Tillman, D. A. 1976. **Wood As an Energy Resource.** New York: Academic Press.
- Tampubolon, Agustinus P. 2008. **Kajian Kebijakan Energi Biomassa Kayu Bakar.** *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, 1(1): 29-35.
- Tim Penelitian dan Pengembangan Provinsi Sumatera Utara. 2009. **Kajian Konversi Minyak Tanah ke Gas Elpiji di Sumatera Utara.** Sumatera Utara. Tidak diterbitkan
- Tim Pengembangan Biomassa Departemen Kehutanan. 2007. **Pola pengembangan biomassa sebagai sumber energi.** Bogor. Tidak diterbitkan.
- Tugaswati, A. Tri. 2008. **Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Dan Dampaknya Terhadap Kesehatan,** [URL:http://www.kpbb.org](http://www.kpbb.org). (Diakses pada 7-11-2015)
- Wahyu, Budiyanto Gatot. 2008. **Kriya Keramik Jilid 1.** Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.