

The Air Quality and Noise Study in Settlements and Metal Scrap Melting Factory

Wahid Giantara*, Tugiyono, Agus Setiawan, dan G. Nugroho Susanto

Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung
Jl. Prof. Soemantri Brodjonegoro, No 1, Bandar Lampung 35145

*Email: wahid.giantara7@gmail.com

ABSTRACT

Air is an important component for life, especially humans. However, air quality has decreased due to pollution. The harmful elements that enter the atmosphere are Carbon Monoxide (CO), Nitrogen Dioxide (NO₂), Sulfur Dioxide (SO₂), Particulates (PM₁₀), and Ozone (O₃). Noise is defined as unwanted sound, that disturbs and endangers health. Sources of noise are divided into moving and stationary noise sources. The method used in this research is grab sampling by installing an air sampler impinger to capture particles or pollutants as well as taking noise data using a simple method with a Sound Level Meter with a reading every 5 seconds within 10 minutes for one measurement. The results showed that the air quality in residential and workspace areas was still within quality standards. The noise level in residential areas is still within the quality standard, but in the production room the noise value exceeds the threshold.

Keywords: Air quality, noise, metal scrap melting factory.

PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari udara memiliki peranan yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup. Komponen utama penyusun udara terdiri dari bermacam-macam gas yang mengelilingi bumi dan beberapa komponen utama yakni 20,94% gas oksigen dan 78,09% gas nitrogen (Mukono, 2008).

Udara merupakan campuran gas yang terdapat pada lapisan yang mengintari bumi, komposisi udara dapat berubah-ubah atau tidak selalu konstan. Udara yang dihirup ketika bernafas merupakan udara ambien yang berada di lingkungan sekitar, udara ambien bebas diperlakukan bumi yang dapat mempengaruhi kesehatan makhluk hidup hingga dapat merubah iklim global secara langsung maupun tidak langsung (Wardoyo, 2016).

Peraturan pemerintah (PP) 41 tahun 1999 menjelaskan tentang pengertian pencemaran udara yakni masuk atau dimasukkannya zat energi dari komponen lain kedalam udara akibat kegiatan dari

manusia, yang menyebabkan turunnya mutu udara sampai ketingkat tertentu sehingga udara ambien tidak bisa memenuhi fungsinya. Beberapa gas yang mencemari udara yang disebabkan oleh kegiatan manusia diantaranya sulfur dioksida (SO₂), karbon monoksida (CO), nitrogen dioksida (NO₂) serta flourin dan klorin (Achmadi, 2014).

Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) merupakan angka tanpa satuan yang kemudian menggambarkan kondisi kualitas udara di suatu lokasi dan waktu tertentu yang didasarkan terhadap dampak kepada kesehatan masyarakat, nilai estetika dan makhluk lainnya (Inayah, 2015).

Nilai ISPU diperoleh melalui perhitungan nilai rata-rata parameter pengukuran ISPU, seperti : partikulat metter (PM₁₀), ozon (O₃), karbon monoksida (CO), sulfur dioksida (SO₂), dan nitrogen dioksida (NO₂). Perhitungan ini didapat dari rata-rata bulanan atau tahunan sesuai dengan kebutuhan (Kabapedal, 1997).

Pencemaran udara di wilayah perkotaan sebagian besar disebabkan oleh pembakaran sumber energi yang emisinya sangat bergantung pada intensitas aktivitas antropogenik di daerah tersebut. Emisi pencemar biasanya lebih banyak dihasilkan dari berbagai aktivitas manusia daripada yang disebabkan oleh alam (Amalia, 2017).

Terdapat berbagai sumber kebisingan di sekitar kita salah satu sumber tersebut adalah bising dari industri (pabrik). kebisingan merupakan suara atau bunyi yang tidak diinginkan oleh manusia dan bisa menimbulkan pengaruh negatif bagi kesehatan. Keputusan menteri lingkungan hidup Republik Indonesia No. 48 tahun 1996 tentang nilai ambang batas tingkat kebisingan menyatakan bahwa kebisingan adalah bunyi yang tidak dikehendaki yang berasal dari sebuah usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu sehingga dapat menyebabkan gangguan kesehatan manusia serta kenyamanan lingkungan (Dewanty, 2016).

Nilai ambang batas kebisingan merupakan nilai yang mengatur tentang tekanan bising rata-rata atau level kebisingan berdasarkan durasi pajanan bising yang mewakili suatu kondisi dimana para pekerja hampir semua terpajan bising berulang-ulang. Namun NAB ini tidak berlaku untuk bising yang lamanya <3 detik (Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 70 Tahun 2016).

Kebisingan mengakibatkan gangguan kesehatan pada pendengaran, pencernaan, peningkatan tekanan darah, stress, sakit kepala serta penurunan dalam prestasi kerja. Kebisingan juga berdampak menurunnya fungsi pendengaran yang dapat menyebabkan ketulian progresif (Listyaningrum, 2011).

METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober - November 2020 di pemukiman dan pabrik peleburan besi bekas (*scrap*).

Alat Penelitian

Alat yang digunakan untuk penelitian ini yaitu, *high volume sampler*, tabung reaksi, *air sampler impinger*, *sound level meter*, termometer, genset.

Pelaksanaan Penelitian

Survei lokasi

Sebelum melakukan pengambilan sampel, dilaksanakan survei terlebih dahulu untuk menentukan titik pengambilan sampel. Saat melakukan survei lokasi, terdapat kriteria dalam menentukan lokasi pengambilan sampel, seperti daerah yang memiliki konsentrasi pencemar tinggi, padat penduduk, dan daerah yang terindikasi paparan dari emisi udara. Hal ini bertujuan untuk mengenal lokasi yang akan dijadikan sebagai tempat untuk pengambilan sampel.

Cara Kerja

Pengambilan sampel kualitas udara dilakukan menggunakan alat *air sampler impinger*, pada lokasi yang sudah ditetapkan sampel udara diambil sesuai dengan parameter yang telah ditetapkan dalam hal ini yakni CO, NO₂, SO₂. Cara kerja alat ini yaitu dengan menghubungkan alat dengan sumber listrik, kemudian selang penghisap udara dimasukan ke *impinger fritted bubbler* salah satu bagian dari *air sampler impinger*. menekan tombol power untuk mengaktifkan mesin, hasil penangkapan gas atau partikel udara kemudian diuji di laboratorium agar diketahui kadar gas pada udara yang telah diambil (Ramadhan, 2016).

High volume air sampler digunakan dalam pengambilan sampel partikel debu, alat ini bisa menghisap partikel debu berdiameter 0,1-100 mikron memiliki pompa dengan kecepatan 1,1-1,7 m³/menit. Aliran udara yang melewati saringan akan membawa partikel debu masuk dan kemudian



Gambar 1. Gambaran jarak titik lokasi pengambilan sampel dengan pabrik peleburan besi bekas.

terkumpul di permukaan serat gelas (Asiah, 2008).

Alat ukur yang digunakan dalam pengukuran kebisingan yakni *sound level meter* (LSM). Alat ini memiliki basis sistem pengukuran elektronik, pengukuran sistem elektronik memberikan sangat banyak keuntungan dalam pelaksanaan perhitungan seperti kecepatan saat pengambilan data, pengiriman data, pengolahan data hingga penyimpanan data (Buchla dan McLachan, 1992).

Analisis Data

Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU)

Penentuan nilai ispu menurut Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Nomor: KEP-107/KABAPEDAL/11/1997. Dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$I = \frac{I_a - I_b}{X_a - X_b} (X_x - X_b) + I_b$$

Keterangan:

I = ISPU terhitung

Ia = ISPU batas atas

Ib = ISPU batas bawah

Xa = Ambien batas atas

Xb = Ambien batas bawah

Xx = Kadar ambien nyata hasil pengukuran

Pengukuran kebisingan

Menurut keputusan menteri lingkungan hidup no. 48 tahun 1996. Pengukuran

tingkat kebisingan dapat dihitung sebagai berikut:

$$L_{Aeq,T} \text{ (10 menit)} = 10 \log_{10} \frac{1}{120} \sum_{i=1}^{120} 10 L_{pAi}/10$$

Keterangan :

$L_{Aeq,T}$ = Tekanan bunyi sinambung setara dalam waktu 10 menit

$L_{pAi}/10$ = Tingkat tekanan bunyi sesaat rata-rata interval 5 detik.

Kemudian dihitung nilai kebisingan siang malam (L_{SM}) menggunakan rumus :

$$L_{sm} = 10 \log \frac{1}{24} (16 \times 10^{0,1 \times Ls} + 8 \times 10^{0,1 \times (Lm+5)})$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang telah dilakukan di pemukiman serta pabrik peleburan besi bekas, data kualitas udara ambien di lokasi U1 dan U2 atau lokasi pemukiman sekitar pabrik besi (Tabel 1). Kemudian data kualitas udara dalam ruangan kerja (Tabel 2). Data kebisingan di pemukiman (Tabel 3). Serta data kebisingan dalam ruangan (Tabel 4).

Pada lokasi (U2) diperoleh nilai CO 666 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, nilai SO_2 3,41 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan nilai NO_2 6,33 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (tabel 1). Setelah diketahui hasil pengukuran dilanjutkan dengan evaluasi kualitas udara melalui penentuan nilai ISPU berdasarkan Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Nomor: KEP-107/KABAPEDAL/11/1997.

Berdasarkan data yang telah diperoleh didapat hasil dari perhitungan adalah 3,406 untuk nilai SO_2 wilayah U1 sedangkan nilai SO_2 wilayah U2 adalah 2,131. Parameter CO dan NO_2 tidak dapat dilakukan perhitungan ISPU dikarenakan nilai ambien terlalu rendah jika dibandingkan dengan baku mutu. Pemukiman U1 dan U2 dengan nilai ISPU 3,406 dan 2,131 memiliki arti bahwa kondisi udara di wilayah tersebut dalam kategori baik dengan rentang nilai ISPU (0-50). Kondisi tersebut tidak memberikan efek terhadap kesehatan manusia, hewan maupun tumbuhan (Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 45 Tahun 1997).

Tempat kerja merupakan ruangan ataupun lapangan yang biasa digunakan tenaga kerja untuk bekerja dalam keperluan suatu usaha, terdapat sumber-sumber berbahaya yang berhubungan dengan tempat kerja tersebut. Data yang telah diperoleh (Tabel 2) menunjukkan pada UI-1 nilai CO 742 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, SO_2 3,37 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, NO_2 5,13 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Kemudian pada UI-2 memiliki nilai CO 707 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, SO_2 3,40 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, NO_2 8,59 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Semua parameter kualitas udara dalam ruang kerja yakni UI-1 (ruang administrasi) dan UI-2 (ruang produksi besi hebel) memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan. Dalam ruangan kualitas udara sangat berpengaruh terhadap kenyamanan dalam bekerja, kualitas udara yang buruk bisa berdampak terhadap kesehatan pekerja. Carrer dan Wolkoff (2018) menjelaskan apabila terjadi penurunan kualitas udara ruangan akan memberikan efek terhadap tubuh meliputi iritasi hidung, selaput lendir, tenggorokan hingga gangguan neurotoksis, paru-paru dan pernapasan. Hal yang dapat dilakukan dalam menjaga kualitas udara seperti mematikan AC dalam ruangan secara periodik kemudian membuka pintu dan jendela sehingga terjadi pergantian udara secara alami, menjaga kebersihan ruangan dengan menyapu dan mengepel ruangan secara berkala, menggunakan alat pelindung diri atau APD seperti masker untuk para pekerja.

Pengukuran kebisingan dilakukan selama aktivitas 24 jam (LSM), kemudian waktu pengukuran dibagi menjadi 7 bagian sesuai ketentuan keputusan menteri lingkungan hidup no. 48 tahun 1996. Berdasarkan data hasil pengukuran (tabel 3) kemudian dihitung tingkat kebisingan siang (L_s) menggunakan rumus. $L_s = 10 \log \frac{1}{16} (T_1 \times 10^{0,1 \times L_1} + T_2 \times 10^{0,1 \times L_2} + T_3 \times 10^{0,1 \times L_3} + T_4 \times 10^{0,1 \times L_4})$ maka didapat nilai L_s pada pemukiman 1 (BS-1) 56,87 dBA dan pada pemukiman 2 (BS-2) 59,39 dBA. Dihitung juga tingkat kebisingan malam (L_m) menggunakan rumus $L_m = 10 \log \frac{1}{8} (T_5 \times 10^{0,1 \times L_5} + T_6 \times 10^{0,1 \times L_6} + T_7 \times 10^{0,1 \times L_7})$ maka didapat nilai L_m pada pemukiman 1 (BS-1) 51,49 dBA dan pada pemukiman 2 (BS-2) 48,30 dBA. Sehingga nilai kebisingan siang malam (L_{sm}) dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut $L_{sm} = 10 \log \frac{1}{24} (16 \times 10^{0,1 \times L_s} + 8 \times 10^{0,1 \times (L_m + 5)})$ didapatkan nilai L_{sm} di pemukiman 1 (BS-1) 56,75 dBA dan di pemukiman 2 (BS-2) 58,14 dBA. Nilai kebisingan siang malam masih dalam toleransi ambang batas tingkat kebisingan yang diperuntukkan untuk kawasan perumahan dan pemukiman sesuai keputusan menteri negara lingkungan hidup no. 48 tahun 1996 tentang baku tingkat kebisingan. Namun memang pada BS-1 pada pukul 06.00-17.00 nilai kebisingan melebihi ambang batas dikarenakan kendaraan bermotor yang melintas relatif padat pada jam tersebut. Sedangkan pada BS-2 nilai kebisingan mencapai 63,55 dB(A) pada pukul 17.00-22.00 dikarenakan jarak antara pemukiman dengan pabrik dan jalan lintas sumatra tidak terlalu jauh, pada jam tersebut lalu lintas sedang padat. Hal ini jika dibiarkan dapat mempengaruhi kesehatan, gangguan kesehatan yang diakibatkan kebisingan antara lain: gangguan komunikasi, fisiologis, psikologis dan fungsi pendengaran. Usaha yang bisa dilakukan untuk mengurangi suara kebisingan yakni dengan cara menanam pohon bambu dan glogongan di sepanjang pagar pembatas.

Perhitungan nilai kebisingan pada ruangan kerja pegawai yakni ruang

Tabel 1. Data kualitas udara ambien di lokasi pemukiman sekitar pabrik peleburan besi bekas

Parameter Analisis	Satuan	HASIL		BML**
		U-1	U-2	
FISIKA				
Suhu udara*	°C	31	31	-
Arah angin dominan	-	Barat Daya	Tenggara	-
Kecepatan angin	m/dtk	0,1 – 2,9	1,0 – 4,1	-
Kelembaban udara	%	66	66	-
Tekanan Udara	mmHg	747	747	-
Partikel Debu (TSP)*	µg/Nm ³	33,2	37,1	230
PM2,5 (Partikel < 2.5 mm)	µg/Nm ³	11,2	14,4	65
KIMIA				
Sulfur Dioksida (SO ₂)*	µg/Nm ³	5,45	3,41	900
Karbon Monoksida (CO)	µg/Nm ³	268	666	30.000
Nitrogen Dioksida (NO ₂)*	µg/Nm ³	4,62	6,33	400

Keterangan: Data Primer, 2020

(*) Telah terakreditasi oleh KAN: LP-221-IDN dan Pengukuran dilakukan selama 24 jam

(**) Baku Mutu Lingkungan untuk Udara Ambien Nasional, berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999.

U-1 = Lokasi pemukiman 1

U-2 = Lokasi pemukiman 2

Tabel 2. Data hasil pengukuran kualitas udara ruang kerja pabrik peleburan besi bekas

Parameter Analisis	Satuan	Hasil		BML *	Metode Analisis
		UI-1	UI-2		
FISIKA					
Suhu udara [#]	°C	28	31	-	SL-MU-AU-SUA-01
Kelembaban udara	%	78	66	-	Thermohygrometer
Tekanan Udara	mmHg	750	749	-	Barometer
Partikel Debu (TSP)	µg/Nm ³	57,8	126	-	Gravimetri
PM-10(Partikel < 10 mm)	µg/Nm ³	23,6	63,7	-	Gravimetri
KIMIA					
Sulfur Dioksida (SO ₂) [#]	µg/Nm ³	3,37	3,40	250	SNI 19-7119.7-2017
Karbon Monoksida (CO)	µg/Nm ³	742	707	29.000	SNI 19-4845-1998
Nitrogen Dioksida (NO ₂) [#]	µg/Nm ³	5,13	8,59	5.634	SNI 19-7119.2-2017
Hidrogen Sulfida (H ₂ S) [#]	µg/Nm ³	0,80	0,81	1.391	SNI 19-4844-1998
Amonia (NH ₃) [#]	µg/Nm ³	244	261	17.000	SNI 19-7119.1-2005

Sumber: Data Primer, 2020

Keterangan :

UI-1 = Area Ruang Administrasi

UI-2 = Ruang Produksi Besi Hebel

*BML = Baku Mutu Lingkungan : PERMENAKER-No. 5/ Tahun 2018 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja

Telah terakreditasi oleh KAN:LP-221-IDN.

Tabel 3. Hasil pengukuran tingkat kebisingan 24 jam (L_{SM}) di sekitar pabrik peleburan besi bekas

No.	Pengukuran Tingkat Analisis Kebisingan	Satuan	Hasil		NAB *	Metoda Analisis
			BS-1	BS-2		
1	06.00 - 09.00	dB(A)	60,60	52,84	55	SNI
2	09.00 - 11.00		58,35	54,06		8427:2017
3	14.00 - 17.00		59,08	57,04		
4	17.00 - 22.00		50,36	63,55		
5	22.00 - 24.00		52,00	49,36		
6	24.00 - 03.00		51,17	45,70		
7	03.00 - 06.00		51,44	49,32		
	L_{Siang}		56,87	59,39		
	L_{Malam}		51,49	48,30		
	L_{SM}		56,75	58,14		

Sumber: Data Primer, 2020

Keterangan: NAB* adalah Nilai Ambang Batas Tingkat Kebisingan, Sesuai Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996 Tentang Baku Tingkat Kebisingan Nilai L_{SM} yang dihitung dibandingkan dengan nilai baku tingkat kebisingan yang ditetapkan dengan toleransi + 3 dB (A).

BS-1 = Area Pemukiman 1

BS-2 = Area Pemukiman 2

Tabel 4. Hasil tingkat kebisingan 24 jam (L_{SM}) di pabrik peleburan besi bekas

Parameter Analisis	Satuan	Hasil		Metode Analisis
		K-1	K-2	
Kebisingan	dB(A)	60,98*	85,57**	SNI 8427:2017

Sumber: Data Primer, 2020

Keterangan :

K-1 = Area Ruang Administrasi

K-2 = Ruang Produksi Besi Hebel

*Baku Mutu Kebisingan: KEP-MENLH -48/Tahun 1996 Area Perkatoran= 65 dB(A)

**Baku Mutu Kebisingan: PERMENAKER- No. 5/Tahun 2018=85 dB(A)

Telah terakreditasi oleh KAN: LP-221-IDN

administrasi (K1) dan ruang produksi besi hebel (K2) ditunjukkan pada tabel 4. Dari data perhitungan didapat nilai kebisingan pada K1 60,98 dBA dan pada K2 85,57 dBA. Berdasarkan Peraturan Menteri Tenaga Kerja No. 5 Tahun 2018 tentang baku mutu kebisingan menetapkan baku mutu kebisingan adalah 85 dBA. Pada area K2 melebihi ambang batas kebisingan yang ditetapkan, sehingga untuk keselamatan para pekerja pada ruang tersebut diwajibkan menggunakan alat pelindung diri (APD) seperti penutup telinga dan masker.

KESIMPULAN

Kualitas udara ambien di pemukiman dan ruang kerja pabrik peleburan besi bekas dalam kondisi baik, berdasarkan evaluasi nilai ISPU U1= 3,406 dan U2= 2,131. Semua nilai masih dibawah baku mutu. Kawasan pemukiman sekitar pabrik peleburan besi bekas memiliki tingkat kebisingan siang malam yang tergolong aman sesuai nilai ambang batas berdasarkan keputusan menteri lingkungan hidup no. 48 tahun 1996. Tingkat kebisingan pada ruang kerja pabrik terutama K2 (ruang produksi hebel) melewati nilai ambang batas berdasarkan PERMENAKER no. 5 tahun 2018, sehingga para pekerja diwajibkan menggunakan alat pelindung diri.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Tugiyono, P.hD., Dr.Ir. Agus Setiawan, M.Si., Dr. G. Nugroho Susanto, M.Sc. yang telah membimbing dalam pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, U. F. (2014). *Dasar-dasar Penyakit Berbasis Lingkungan*. Rajawali Press. Jakarta.
- Amalia, D.R. 2017. Analisis Kandungan Gas Karbon Monoksida Pada Gas Analyzer Menggunakan Metode Non Dispersive Infrared (NDIR) di Kilang Pabrik 4 Tuban PT. Semen Indonesia Tbk. (Persero). *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI)*. Vol. 6 (3) Tahun 2017. Universitas Negeri Surabaya. Surabaya.
- Asiah. (2008). *Kadar Debu dan Keluhan Kesehatan Pekerja Usaha Pertukangan Kayu di Desa Siparepare Kabupaten Batubara*. (Skripsi Ilmiah). Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Buchla, D. M. and McLachan, W. C. (1992). *Applied Electronic Instrumentation and Measurement*. Prentice-Hall Inc Englewood Cliffs. USA.
- Dewanty, R. A. (2016). Hubungan Intensitas Kebisingan dan Pemakaian Alat Pelindung Diri (APD) dengan Gangguan Pendengaran Petugas Laundry RSUD Dr. Soetomo Surabaya. *Skripsi*. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Inayah, Y. N. (2015). *Analisis Tingkat Pencemaran Udara Pada Kawasan Terminal Malengkeri Kota Makassar*. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Nomor: KEP-107/KABAPEDAL/11/1997. *Tentang Pedoman Teknis Perhitungan dan Pelaporan Serta Informasi Indeks Standar Pencemar Udara*.
- Keputusan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2016. *Tentang Standar dan Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Industri*.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup. Nomor 45/MENLH/1997. *Tentang Indeks Standar Pencemar Udara*.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun 1996. *Tentang Baku Tingkat Kebisingan*.
- Listyaningrum, A. 2011. Pengaruh Intensitas Kebisingan Terhadap Ambang Dengar Pada Tenaga Kerja di PT. Sekar Bengawan Kabupaten Karanganyar. *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Mukono, H. J. (2008). *Pencemaran Udara dan Pengaruhnya Terhadap Gangguan Saluran Pernapasan*. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999. *Tentang Pengendalian Pencemaran Udara*.
- Wardoyo, A.Y.P. 2016. *Emisi Partikulat Kendaraan Bermotor dan Dampak Kesehatan*. Universitas Brawijaya. Malang.