

# ANALISA PENGARUH GAS SO<sub>2</sub> TERHADAP TINGKAT PENYAKIT PERNAPASAN DI KOTA SURABAYA

Adi Nugroho Santoso, Mohammad Razif

Institut Teknologi Adi Tama Surabaya, Jl. Arief Rahman Hakim No.100, Klampis Ngasem, Kec. Sukolilo, Kota Surabaya, Jawa Timur 60117

\*Email: [adinugrohosantoso200@gmail.com](mailto:adinugrohosantoso200@gmail.com)

## ABSTRAK

Indonesia adalah salah satu dari negara yang berkembang dan padat penduduknya. Seiring dengan meningkatnya pembangunan khususnya pembangunan industri dan transportasi, terutama di kota besar, dapat memberikan dampak negatif yaitu rendahnya kualitas udara sekitar dan tingginya jumlah kasus penyakit pernafasan. Akibatnya secara faktual, masyarakat yang tinggal di daerah yang terkontaminasi pencemaran udara akan menderita berbagai penyakit seperti : ISPA, TBC, Pneumonia, Iritasi mata, dll. Hal ini dapat dibuktikan dari data profil kesehatan nasional yang menunjukkan bahwa 46% penyakit masyarakat bersumber dari : Gejala pernafasan (43%), Pneumonia (1,7%), dan Asma (1,3%). Gas SO<sub>2</sub> merupakan zat pencemar udara dan merupakan salah satu faktor risiko penyakit pernafasan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh kadar gas SO<sub>2</sub> pada udara terhadap jumlah kasus penyakit pernafasan di kota Surabaya. Metode penelitian yang digunakan adalah analisa korelasi. Data yang digunakan adalah data sekunder yang didapat dari IKPLHD Surabaya selama 5 tahun terakhir dan pengukuran langsung dari stasiun pengukuran kualitas udara Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas udara di kota Surabaya selama 5 tahun terakhir masih tergolong baik, dengan kadar SO<sub>2</sub> sebesar 8,9 µg/m<sup>3</sup>. Sementara itu, jumlah kasus penyakit pernafasan adalah 439.013 kasus. Ada hubungan antara kasus penyakit pernafasan dengan kadar SO<sub>2</sub> dengan koefisien korelasi 0,668 ( $\rho = 0,0007$ ).

Kata Kunci : Pencemaran Udara, Penyakit Pernafasan, SO<sub>2</sub>, Surabaya

## ABSTRACT

*Indonesia is one of the developing and populated countries. Along with increasing development, especially industrial and transportation development, it can have a negative impact, namely the low quality of the surrounding air and the high number of cases of respiratory diseases. The national health profile data shows that 46% of community diseases originate from: Respiratory symptoms (43%), Pneumonia (1.7%), and Asthma (1.3%). SO<sub>2</sub> gas is an air pollutant and is a risk factor for respiratory disease. This study aims to analyze the effect of SO<sub>2</sub> gas levels in the air on the number of cases of respiratory disease in the city of Surabaya. The research method used is correlation analysis. The data used is secondary data obtained from IKPLHD Surabaya for the last 5 years and direct measurements from air quality measurement stations. The results showed that the air quality in the city of Surabaya for the last 5 years was still relatively good, with SO<sub>2</sub> levels of 8.9 g/m<sup>3</sup>. The number of cases of respiratory disease was 439,013 cases. There is a relationship between cases of respiratory disease with SO<sub>2</sub> levels with a correlation coefficient of 0.668 ( $\rho = 0.0007$ ).*

*Keyword : Air Pollution, Respiratory Diseases, SO<sub>2</sub>, Surabaya*

## PENDAHULUAN

Pencemaran udara merupakan salah satu masalah lingkungan global yang menjadi perhatian dunia (Budiyono, 2001). Menurut survei yang telah dilaksanakan oleh World Health Organization - WHO (2002), menunjukkan bahwa 9 dari 10 orang-orang di pusat kota menghirup udara yang

tidak sehat. Menurut WHO, sekitar setengah dari penduduk dunia juga menghirup udara yang kualitasnya jauh lebih rendah dari baku mutu kualitas udara yang telah ditetapkan. Pencemaran udara tersebut terutama dialami oleh negara-negara yang perekonomiannya masih berkembang seperti Indonesia.

Pencemaran udara adalah pencemaran yang disebabkan oleh kegiatan manusia seperti pabrik, mobil, insinerator limbah, dan bencana alam. Sumber polusi udara dapat dibagi menjadi sumber bergerak: mobil dan sumber tetap. Sumber tetap dibagi lagi menjadi sumber titik seperti cerobong asap dan sumber area seperti pembakaran terbuka di daerah pemukiman.

Ada dua jenis klasifikasi pencemaran menurut tempat terjadinya: polusi internal dan polusi eksternal. Pencemaran yang terjadi di rumah, sekolah, atau kantor dikenal dengan polusi dalam ruangan. Pencemaran yang terjadi di lingkungan rumah, di perkotaan, bahkan di daerah disebut polusi luar ruangan. Secara khusus, polusi udara dalam ruangan di rumah sangat berbahaya bagi kesehatan manusia. Pada umumnya orang banyak menghabiskan waktunya untuk bekerja di rumah, sehingga rumah sangat penting sebagai lingkungan mikro yang terkait dengan risiko pencemaran udara. Efek kesehatan dari polusi udara dalam ruangan bisa langsung atau tidak langsung. Masalah kesehatan yang dapat terjadi segera setelah terpapar polusi udara antara lain iritasi mata, termasuk asma, iritasi hidung dan tenggorokan.

Diantara berbagai jenis zat pencemar udara, zat sulfur dioksida ( $SO_2$ ) memiliki pengaruh yang besar terhadap gangguan kesehatan manusia dibandingkan dengan zat-zat pencemar udara lainnya.  $SO_2$  dapat menyebabkan iritasi pernafasan. Konsentrasi  $SO_2$  serendah 5 ppm dapat menyebabkan iritasi pernafasan. Kadar 12 ppm akan mengiritasi orang yang sensitif. Selain itu, pada individu dengan riwayat penyakit pernafasan dan kardiovaskular kronis, paparan 0,2 dapat menyebabkan iritasi. Sulfur dioksida merupakan gas beracun yang dapat mengakibatkan batuk-batuk, sesak nafas dan/atau kesulitan dalam bernafas, iritasi pada saluran pernafasan, peradangan pada saluran pernafasan, infeksi saluran pernafasan, dan kerusakan sistem pernafasan apabila dihirup oleh manusia.

Kota Surabaya merupakan ibu kota Jawa Timur, pusat komersial dan pekerjaan bagi penduduk Jawa Timur, dan dapat mengalami masalah di berbagai kota dan kualitas udara yang buruk. Menurut hasil sensus penduduk tahun 2020, Kota

Surabaya memiliki jumlah penduduk sebesar 333.063 km<sup>2</sup> dengan jumlah penduduk 2.819.095 jiwa dan kepadatan penduduk 8911 jiwa/km<sup>2</sup>.

Kota Surabaya merupakan salah satu kota di Indonesia yang menghadapi permasalahan pencemaran udara. Pencemaran udara tersebut berdampak negatif terhadap tingkat kesehatan pernafasan masyarakat, karena apabila manusia menghirup udara yang tercemar, manusia bisa terserang penyakit ISPA, asma, infeksi saluran pernafasan atas, pneumonia, dan lain sebagainya.

Berdasarkan data profil kesehatan nasional yang menunjukkan bahwa 46% penyakit masyarakat bersumber dari : Gejala pernafasan (43%), Pneumonia (1,7%), dan Asma (1,3%). Sedangkan, berdasarkan Dinas Lingkungan Surabaya, penyebab utama tingginya kadar  $SO_2$  adalah berasal dari tingginya kegiatan transportasi dan kegiatan perindustrian. Penggunaan bahan bakar bensin dan solar merupakan sumber utama timbulnya gas  $SO_2$  pada udara.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh gas  $SO_2$  terhadap jumlah kasus penyakit pernafasan di Surabaya.

## METODE

### Variabel Penelitian

Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data statistik jumlah kasus penyakit pernafasan di Surabaya tiap bulan selama 5 tahun terakhir dan data statistik kadar rata-rata  $SO_2$  per bulan selama 5 tahun terakhir. Tingkat penyakit pernafasan di kota Surabaya diukur berdasarkan data jumlah penderita ISPA di kota Surabaya.

### Analisa Data

Analisa pertama yang dilakukan adalah analisa univariate. Analisa univariat adalah analisa yang menunjukkan grafik statistik masing masing variabel. Analisa kedua adalah analisa membandingkan kadar  $SO_2$  dengan baku mutu udara berdasarkan Permen LHK No. 14 tahun 2020. Tata cara perhitungan konversi nilai konsentrasi parameter ISPU menggunakan

persamaan berikut ini sesuai dengan lampiran I Permen LHK No. 14 tahun 2020.

Analisa terakhir yang dilakukan adalah analisa korelasi antara variabel kadar rata-rata SO<sub>2</sub> per bulan selama 5 tahun terakhir dengan variabel jumlah kasus penyakit pernafasan di Surabaya tiap bulan selama 5 tahun terakhir yang dihitung dengan menggunakan analisa korelasi *Pearson* dengan rumus sebagai berikut.

$$r_{xy} = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{(n \sum X^2 - (\sum X)^2)(n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

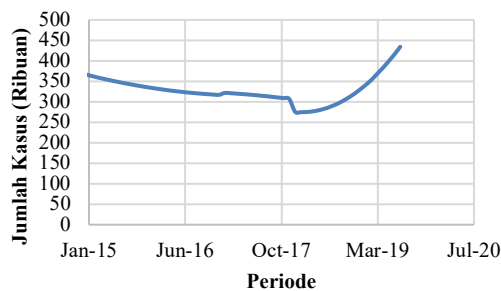
- r<sub>xy</sub> : Koefisien Korelasi
- x : Variabel Independen
- y : Variabel Dependen
- n : Banyaknya Subjek

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam mengukur tingkat kualitas udara di kota Surabaya, peneliti menggunakan data kadar sulfur dioksida di Surabaya tahun 2016 – 2020. Sedangkan dalam mengukur tingkat kesehatan masyarakat di kota Surabaya, peneliti menggunakan data jumlah penderita ISPA, asma, dan pneumonia di kota Surabaya.

Analisa pertama yang dilakukan adalah analisa univariat yaitu menyajikan grafik tren perkembangan kasus penyakit pernafasan di Surabaya dan grafik kadar gas SO<sub>2</sub> di udara Surabaya selama 5 tahun terakhir.

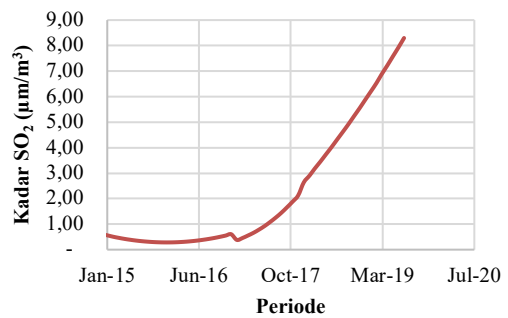
**Gambaran Kasus Penyakit Pernafasan**



**Gambar 1** Grafik Kasus Penyakit Pernafasan di Surabaya

Gambar 2 menunjukkan grafik jumlah kasus penyakit pernafasan selama 5 tahun terakhir yaitu tahun 2016 – 2020. Kasus tertinggi penyakit pernafasan di Surabaya terjadi pada tahun 2020, dengan jumlah kasus sebesar 431.790 kasus. Pada Gambar 2 juga ditunjukkan bahwa pada tahun 2016 – 2018 mengalami penurunan kasus penyakit pernafasan, tetapi pada tahun 2020 mengalami peningkatan yang cukup signifikan.

**Gambaran Kadar Gas SO<sub>2</sub> di Surabaya**



**Gambar 2** Grafik Kadar SO<sub>2</sub> pada Udara di Surabaya

Gambar 3 menunjukkan grafik kadar SO<sub>2</sub> pada udara di sekitar Surabaya selama 5 tahun terakhir yaitu tahun 2016 – 2020. Terdapat peningkatan pada tahun 2016 hingga 2020, dengan kadar SO<sub>2</sub> tertinggi terjadi pada tahun 2020 yaitu sebesar 8,15 µm/m<sup>3</sup>. Rata – rata kadar SO<sub>2</sub> di udara kota Surabaya masih tergolong cukup baik, karena rata – rata kadar SO<sub>2</sub> berada dibawah angka 50 µm/m<sup>3</sup>.

**Analisa Membandingkan Kadar SO<sub>2</sub> terhadap Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU)**

Setelah melakukan analisa univariat, analisa kedua yang dilakukan adalah analisa membandingkan kadar SO<sub>2</sub> dengan baku mutu udara berdasarkan Permen LHK No. 14 tahun 2020. Tujuan analisa ini adalah untuk mengkategorikan kadar SO<sub>2</sub> di kota Surabaya termasuk udara yang berkategori baik atau tidak. Menurut lampiran II Permen LHK No. 14 tahun 2020, berikut ini adalah tabel kategori angka rentang ISPU.

Berikut ini adalah perhitungan konversi nilai konsentrasi SO<sub>2</sub> kota Surabaya ke dalam nilai ISPU menggunakan persamaan yang ada pada lampiran I Permen LHK No. 14 tahun 2020 dari tahun 2016-2020.

$$I_{2016} = \frac{(50-0)}{(52-0)} (0,4 - 0) + 0 = 0,38$$

$$I_{2016} = \frac{(50-0)}{(52-0)} (0,4 - 0) + 0 = 0,38$$

$$I_{2017} = \frac{(50-0)}{(52-0)} (1,1 - 0) + 0 = 1,06$$

$$I_{2018} = \frac{(50-0)}{(52-0)} (4,2 - 0) + 0 = 4,04$$

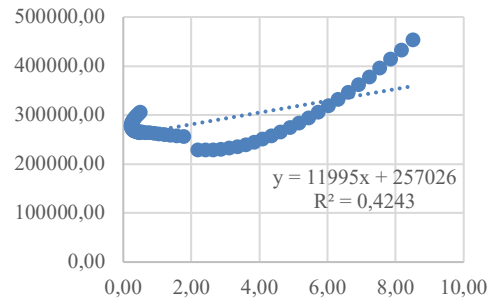
$$I_{2020} = \frac{(50-0)}{(52-0)} (8,15 - 0) + 0 = 7,84$$

Berdasarkan perhitungan diatas, dapat dilihat bahwa hasil perhitungan konversi nilai konsentrasi SO<sub>2</sub> kota Surabaya ke dalam nilai ISPU menggunakan persamaan yang ada pada lampiran I Permen LHK No. 14 tahun 2020 dari tahun 2016-2020 termasuk dalam kategori baik, karena semua nilainya berada dibawah angka 50. Tingkat kualitas udara yang baik ini menunjukkan bahwa udara di kota Surabaya aman untuk dihirup oleh mahluk hidup dan masyarakat aman untuk melakukan aktivitas diluar rumah.

**Analisa Korelasi antara kadar rata-rata SO<sub>2</sub> jumlah kasus penyakit pernapasan di Surabaya tiap bulan selama 5 tahun terakhir**

Pengaruh kadar rata-rata SO<sub>2</sub> terhadap jumlah kasus penyakit pernapasan di Surabaya tiap bulan selama 5 tahun terakhir terdapat pada gambar 4. Hasil analisa korelasi antara kadar rata-rata SO<sub>2</sub> terhadap jumlah kasus penyakit pernapasan di Surabaya tiap bulan selama 5 tahun terakhir adalah 0.668 dengan tingkat hubungan yang sangat kuat dan mempunyai hubungan yang berbanding lurus antara variabel kadar rata-rata SO<sub>2</sub> terhadap jumlah kasus penyakit pernapasan di Surabaya tiap bulan selama 5 tahun terakhir. Adanya hubungan yang kuat antara kadar rata-rata SO<sub>2</sub> terhadap jumlah kasus penyakit pernapasan di Surabaya sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Aris Putra

Firdaus dan Lilis Sulistyorini (2016) dimana hasil uji menunjukkan ada hubungan antara kadar rata-rata SO<sub>2</sub> terhadap jumlah kasus penyakit pernapasan di Kecamatan Rungkut dan Kecamatan Jambangan. sebesar 0.772 dengan tingkat hubungan yang kuat antara jumlah kendaraan dengan konsentrasi CO.



Gambar 3 Pengaruh Jumlah Kasus Pernapasan terhadap SO<sub>2</sub>

**Tabel 1. Korelasi Hubungan Penyakit Pernapasan dan Kadar SO<sub>2</sub>**

	Description	X	Y
X	Pearson Correlation	1	.668**
	Sig. (2-tailed)		0,000
	N	60	60
Y	Pearson Correlation	.668**	1
	Sig. (2-tailed)	0,000	
	N	60	60

Salah satu penyebab ISPA adalah gas SO<sub>2</sub>. Gas sulfur dioksida akan mempengaruhi keutuhan lapisan mukosa, menyebabkan kenaikan sekresi mucus, dan mengganggu gerak silia pada tenggorokan sehingga menyebabkan manusia mengalami terjadinya ISPA.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa bukan hanya gas sulfur dioksida yang menyebabkan ISPA, asma, dan pneumonia, namun ada juga faktor lain yang tidak diteliti. Hal ini disebabkan karena kadar sulfur dioksida di kota Surabaya selama tahun 2016-2020 masuk dalam kategori baik setelah dikonversi ke nilai ISPU menggunakan persamaan yang ada pada lampiran I Permen LHK No. 14 tahun 2020 meskipun memang meningkat drastis. Kejadian

ISPA, asma, dan pneumonia terjadi karena faktor lain yang tidak diteliti pada penelitian ini.

Contoh faktor lain tersebut adalah adalah pencemaran udara dalam ruangan. Pencemaran udara dalam ruangan berdampak jauh lebih buruk bagi kesehatan manusia karena sebagian besar aktifitas manusia dilaksanakan didalam ruangan. Pengaruh pencemaran udara dalam ruangan akan selalu jika terdapat peningkatan konsumsi rokok yang dilakukan oleh perokok aktif didalam ruangan dan peningkatan kepadatan hunian rumah tinggal. Jika luas rumah tinggal terlalu sempit dan dihuni oleh banyak orang, maka akan berdampak terhadap berkurangnya kadar oksigen bagi penghuninya yang nantinya dapat menyebabkan penghuninya mudah terserang asma atau ISPA.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang pengaruh kadar gas SO<sub>2</sub> terhadap penyakit pernapasan di kota Surabaya, maka dapat diambil kesimpulan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara peningkatan kadar gas SO<sub>2</sub> di udara terhadap peningkatan jumlah kasus penyakit pernapasan di kota Surabaya.

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah pada penelitian ini pembahasan kadar polusi udara terbatas pada variabel SO<sub>2</sub>, yaitu gas dari kendaraan bermotor. Untuk penelitian selanjutnya dapat menambahkan sub variabel lain seperti *particulate matter 10 (PM<sub>10</sub>)*, Kadar gas CO, dan PM<sub>2.5</sub>. Pada variabel penyakit pernafasan sebaiknya ditambahkan data statistik penyakit TBC, Asma, dll. Penelitian ini hanya terbatas pada Kota Surabaya, sehingga untuk saran penelitian selanjutnya dapat dikembangkan pada kota dimana pencemaran udara yang lebih tinggi.

#### DAFTAR PUSTAKA

Budiyono, A. (2001). Dampak Pencemaran Udara pada Lingkungan. *Jurnal Berita Dirgantara*, 21-27.

Corman. (2002). *Air Pollution Primer*. New York: National Tuberculosis and Respiratory Disease Association.

Anonim. (2015 - 2019). Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah. Surabaya: Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya.

Anonim. (2019). How BenMAPCE estimates the health and economic effects of air pollution. United States Environmental Protection Agency.

Anonim. (2019). Profil Kesehatan Surabaya 2019. Surabaya: Dinas Kesehatan Surabaya.

Anonim. (2019). Pengelolaan Kebersihan dan RTH di Kota Surabaya. Surabaya: Dinas Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau.

Anonim. (2021). Potensi Angkutan Umum Kota Surabaya. Surabaya: Dinas Perhubungan.

J. Zhang and K. R. Smith. (2003) "Indoor air pollution: a global health concern," *Br. Med. Bull.*, vol. 68, pp. 209–25.

Komarudin. (2021, September 24). <https://www.liputan6.com/lifestyle/read/46> lingkungan-terbesar-dunia-menurut-who

Mukono. (2008). *Pencemaran Udara dan Pengaruhnya terhadap Gangguan Saluran Pernafasan*. Surabaya: Airlangga University Press

Permen LHK No. 14 tahun 2020 tentang Indeks Standar Pencemaran Udara

Prasito, A. (2004). *Cara Mudah Mengatasi Masalah Statistik dan Rancangan Percobaan dengan SPSS 12*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.

S. Notoatmodjo. (2003). *Pendidikan kesehatan dan Perilaku Kesehatan*. Yogyakarta: Andi.

Sarwono, J. (2006). *Metode Penelitian Kuantitatif & Kualitatif*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Soedomo, M. (2001). *Pencemaran Udara*. Bandung: ITB Bandung.