

## **PENGARUH DAMPAK PENCEMARAN UDARA TERHADAP KESEHATAN UNTUK MENAMBAH PEMAHAMAN MASYARAKAT AWAM TENTANG BAHAYA DARI POLUSI UDARA**

**Jainal Abidin, Ferawati Artauli Hasibuan**

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Graha Nusantara

\*E-mail korespondensi: abidinjainal27@gmail.com

### **ABSTRACT**

*The problem of air pollution in this era of technology has reached an alarming rate. This is with the increasing number of pollutants produced from daily activities. The number of industrial factories, power plants, and motor vehicles that every day always produce dangerous pollutants that pollute clean air. As well as forest fires well as one that pollutes the air. This is a source of problems for the survival of living things on this earth. Air that has been polluted by pollutants not only affects human health but all living things and the environment will also be affected by the air pollution. In humans it will cause dangerous diseases such as respiratory disorders that can lead to death. There is air pollution that can be seen directly, there are also those that cannot be seen, some that smell and some that don't smell. Many ordinary people do not understand the importance of maintaining clean air and the risk will be caused by air pollution. In the introduction of the process of the spread of air pollution to the general public, it can be done by giving a direct example of the process of air pollution such as pollutant fumes coming out of the factory chimney. Besides directly, the process of spreading air pollution can also be explained by doing a simulation or a modeling to see the distribution of pollutants. Modeling can be done using the Gauss dispersion model to model the distribution process of the concentration of pollutants.*

**Keywords:** Air pollution, Pollutants, Health, Gauss dispersion

### **ABSTRAK**

*Masalah pencemaran udara pada era teknologi pada masa ini telah sampai pada tingkat yang mengkhawatirkan. Hal ini dengan semakin banyaknya zat-zat polutan yang dihasilkan dari kegiatan sehari-hari. Banyaknya pabrik-pabrik industri, pembangkit listrik, dan kendaraan bermotor yang setiap harinya selalu menghasilkan polutan serta kebakaran hutan yang mencemari udara bersih. Hal ini menjadi sumber masalah bagi keberlangsungan makhluk hidup di muka bumi ini. Udara yang telah tercemar oleh zat-zat polutan bukan saja mempengaruhi kesehatan manusia tetapi seluruh makhluk hidup dan lingkungan juga akan terkena efek dari pencemaran udara tersebut. Pada manusia akan mengakibatkan penyakit berbahaya seperti gangguan pernapasan yang bisa mengakibatkan kematian. Pencemaran udara ada yang dapat dilihat secara langsung, ada juga yang tidak dapat dilihat, ada yang memiliki bau dan ada juga yang tak berbau. Banyak masyarakat awam yang belum paham akan pentingnya menjaga udara bersih dan resiko akan diakibatkan oleh pencemaran udara. Dalam pengenalan proses terjadinya penyebaran pencemaran udara kepada masyarakat umum bisa dilakukan dengan memberikan contoh secara langsung proses pencemaran udara seperti asap polutan yang keluar dari cerobong asap pabrik. Selain secara langsung proses penyebaran pencemaran udara juga bisa dijelaskan dengan melakukan simulasi atau sebuah pemodelan untuk melihat sebaran polutan. Simulasi atau pemodelan yang dilakukan dapat dilakukan dengan menggunakan model dispersi Gauss untuk memodelkan proses sebaran dari konsentrasi polutan.*

**Kata kunci:** Pencemaran Udara, Polutan, Kesehatan, Dispersi Gauss

### **PENDAHULUAN**

Masalah pencemaran udara adalah masalah yang setiap tahunnya selalu terjadi. Hal ini terjadi akibat dari

perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan serta kebakaran hutan. Meningkatnya jumlah aktivitas manusia pada zaman modern saat ini, sehingga memerlukan peningkatan teknologi. Peningkatan teknologi dengan semakin banyaknya pabrik-pabrik industri, pembangkit listrik dan kendaraan bermotor yang setiap harinya menghasilkan zat polutan sebagai pencemar udara. Akibat udara bersih yang sebagai sumber pernapasan menjadi tercemar yang bisa menimbulkan gangguan kesehatan pada manusia dan juga dapat merusak lingkungan ekosistem. Dewasa ini perkembangan dan pertumbuhan penduduk akan diikuti oleh pertumbuhan sektor lain seperti industri dan transportasi. Kondisi ini memberikan dampak positif terhadap perekonomian, di sisi lain juga memberi dampak negatif berupa pencemaran udara akibat peningkatan emisi kendaraan bermotor [1,2].

Selain pencemaran udara yang berasal dari kendaraan bermotor dan pabrik industri, kebakaran hutan yang tak kunjung berhenti, baru-baru ini telah terjadi kebakaran hutan di Riau dan di Kalimantan. Kebakaran hutan merupakan masalah serius yang dihadapi pada permasalahan pencemaran udara masa kini dengan CO (karbon monoksida) sebagai polutan yang dominan yang dihasilkan dari kebakaran hutan dan lahan yang langsung dirasakan adalah pencemaran udara dari asap yang ditimbulkan mengakibatkan gangguan pernapasan dan mengganggu aktifitas sehari-hari serta kerugian ekonomis yaitu hilangnya manfaat dari potensi hutan seperti tegakan pohon hutan yang biasa digunakan manusia untuk memenuhi kebutuhannya akan bahan bangunan, bahan makanan, dan obat-obatan, serta satwa untuk memenuhi kebutuhan akan protein hewani [4]. Semua akibat ulah manusia yang mengakibatkan kerusakan lingkungan. Banyaknya tangan-tangan yang tak bertanggungjawab dalam kebakaran hutan mengakibatkan kesengsaraan.

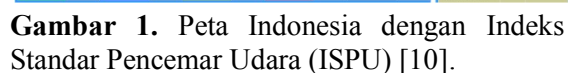
Penelitian ini bertujuan untuk menumbuhkan kesadaran masyarakat akan bahaya dari pencemaran udara. Pencemaran udara menyebabkan udara bersih terkontaminasi oleh berbagai zat-zat berbahaya yang berupa partikel berbentuk padat, cair dan gas. Zat yang terkontaminasi di udara dengan berbagai bentuk ini disebut polutan [5]. Bahaya polutan di udara seringkali tidak disadari oleh masyarakat. Padahal polutan udara dapat mengganggu kesehatan sampai menyebabkan kematian. Sehingga untuk menjelaskan proses penyebaran polutan kepada masyarakat dengan 2 cara yaitu secara langsung dan secara tidak langsung. Untuk secara langsung, masyarakat bisa dibawa ke dekat sumber emisi contohnya cerobong pabrik atau di lokasi kebakaran hutan. Tentunya secara langsung dapat dilihat bagaimana polutan menyebar ke udara bebas. Sedangkan untuk secara tidak langsung, dengan melakukan sebuah pemodelan penyebaran polusi udara dengan menggunakan model dispersi Gauss yang bersumber dari cerobong pabrik.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

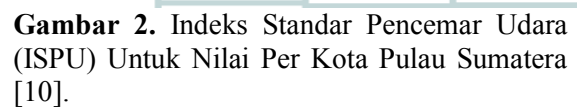
### **Pencemaran Udara**

Pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi atau komponen lain ke dalam udara oleh kegiatan manusia, sehingga melampaui baku mutu udara yang telah ditetapkan [6]. Sumber pencemaran udara dapat dibagi menjadi 3 yaitu: (1) sumber perkotaan dan industri; (2) sumber pedesaan/pertanian; (3) sumber alami. Sumber perkotaan dan industri ini berasal dari kemajuan teknologi yang mengakibatkan banyaknya pabrik-pabrik industri, pembangkit listrik dan kendaraan bermotor. Sumber pencemaran udara untuk wilayah pedesaan/pertanian yaitu dengan penggunaan pestisida sebagai zat senyawa kimia (zat pengatur tumbuh dan perangsang tumbuh), virus dan zat lain-lain yang digunakan untuk melakukan perlindungan tanaman atau bagian tanaman. Sedangkan sumber alami berasal dari alam seperti abu yang dikeluarkan akibat

Berdasarkan Undang-Undang Pokok Pengolahan Lingkungan Hidup No. 4 Tahun 1982, pencemaran lingkungan atau polusi adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan, atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam sehingga kualitas lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai peruntukannya [7]. Baku mutu udara ambien merupakan suatu ukuran pada batas atau kadar zat, energi, dan/atau komponen yang ada atau yang seharusnya ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam udara ambien [8]. Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.41 Tahun 1999 yaitu suatu angka yang tidak mempunyai satuan yang dimana dapat menggambarkan kondisi mutu udara ambien di suatu lokasi tertentu, yang didasarkan oleh adanya dampak pada kesehatan manusia, nilai estetika dan makhluk hidup lainnya [9].



Pencemar Udara (ISPU) yang diakses tanggal 10Agustus 2019.



<b>KATEGORI</b>	<b>RENTANG</b>	<b>PENJELASAN</b>
<b>Baik</b>	<b>0-51</b>	Tingkat kualitas udara yang tidak memberikan efek bagi kesehatan manusia atau hewan dan tidak berpengaruh pada tumbuhan, bangunan ataupun nilai estetika
<b>Sedang</b>	<b>51-100</b>	Tingkat kualitas udara yang tidak memberikan efek bagi kesehatan manusia atau hewan, tetapi berpengaruh pada tumbuhan yang sensitif dan nilai estetika.
<b>Tidak Sehat</b>	<b>101-199</b>	Tingkat kualitas udara yang bersifat merugikan pada manusia atau kelompok hewan yang sensitif atau bisa menimbulkan kerusakan pada tumbuhan atau nilai estetika.
<b>Sangat Tidak Sehat</b>	<b>200-299</b>	Tingkat kualitas udara yang dapat merugikan kesehatan pada sejumlah segmen populasi yang terpapar.
<b>Berbahaya</b>	<b>300-50000</b>	Tingkat kualitas udara berbahaya yang secara umum dapat merugikan kesehatan yang serius pada populasi.

## **ZAT-ZAT POLUTAN**

Pencemaran udara disebabkan oleh zat-zat pencemar udara atau yang biasa disebut dengan polutan. Setiap polutan memiliki dampak yang berbeda-beda antara jenis satu dengan jenis yang lainnya. Zat yang dapat menyebabkan pencemaran udara diantara: Karbon Monoksida (CO), Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>), Sulfur Dioksida (SO<sub>2</sub>), Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>), Hidrokarbon (HC), Chlorouorocarbon (CFC), Timbal (Pb), dan Partikular (PM<sub>10</sub>). Zat polutan di udara bebas memiliki beberapa sifat bentuknya yaitu ada memiliki bau, ada yang tidak memiliki bau, dapat dilihat, tidak dapat dilihat, dan berwarna atau tak berwarna.

## **DAMPAK PENCEMARAN UDARA**

Ada banyak dampak yang dihasilkan dari pencemaran udara diantaranya: mengganggu kesehatan makhluk hidup, kerusakan lingkungan ekosistem, dan hujan asam. Kesehatan pada manusia akan terganggu akibat udara yang tercemar yang bisa mengakibatkan timbulnya penyakit seperti infeksi saluran pernapasan, paru-paru, jantung dan juga sebagai pemicu terjadinya kanker yang sangat berbahaya. Selanjutnya efek yang ditimbulkan pada lingkungan ekosistem adalah kerusakan dimana lingkungan ekosistem tempat tinggal berbagai macam makhluk hidup seperti akibat kebakaran hutan merusak tumbuh-tumbuhan dan hewan. Sedangkan hujan asam disebabkan oleh belerang (sulfur) yang merupakan polutan dalam bahan bakar fosil serta nitrogen di udara yang bereaksi dengan oksigen membentuk sulfur dioksida dan nitrogen dioksida. Polutan tersebut berasal dari knalpot mobil dan industri yang menggunakan bahan bakar minyak dan batubara. Di atmosfer, polutan tersebut membentuk asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) dan asam nitrat (HNO<sub>3</sub>). Akhirnya mereka jatuh ke tanah sebagai hujan asam [5]. Selanjutnya yang terjadi adalah bencana bagi kehidupan makhluk hidup. Sebagai contoh peristiwa kebakaran yang terjadi di Kalimantan dan Pekanbaru tentunya mengakibatkan kondisi

udara yang sangat membahayakan kesehatan. Masyarakat akan terjangkit penyakit infeksi saluran pernapasan (ISPA) akibat menghirup udara yang bercampur asap hasil kebakaran hutan.

## **KESADARAN MASYARAKAT**

Kesadaran adalah sadar akan perilaku atau perbuatan yang dilakukan. Kesadaran tentang lingkungan hidup mencakup banyak segi, antara lain segi kognitif (pengetahuan dan ketrampilan), segi afektif (sikap), dan segi perilaku seseorang ketika terlibat dalam sebuah aksi lingkungan secara perorangan atau kelompok. Melalui pendidikan formal maupun non formal kesadaran tersebut dapat dicapai [5]. Menjaga lingkungan di sekitar kita merupakan aspek dasar yang harus dimiliki oleh semua orang. Banyak cara sederhana yang dapat dilakukan oleh manusia untuk menjaga lingkungan diantaranya dengan membuang sampah pada tempatnya, melakukan penghijauan dengan menanam kembali tumbuhan atau pohon baik disekitar rumah, pinggir jalan maupun hutan.

Dengan adanya penghijauan dapat memberikan udara yang segar dan membantu mengurangi efek dari pencemaran udara. Tentunya dalam mewujudkan lingkungan yang bersih perlu adanya kesadaran bagi semua pihak baik itu masyarakat, pemerintah maupun penghasil limbah polusi udara, agar dapat bersama-sama menjaga dan mengatasi pencemaran udara.

## **METODE PENELITIAN**

### **Dispersi Gauss**

Dalam pemodelan penyebaran polusi udara ada banyak model yang dapat digunakan yang salah satunya adalah model dispersi Gauss untuk penilaian dampak lingkungan, analisis risiko dan perencanaan darurat, dan studi sumber polusi. Model dispersi Gauss bisa digunakan untuk menduga dispersi polutan dari satu sumber emisi atau beberapa sumber sekaligus dengan memperhitungkan faktor internal serta faktor eksternal seperti kondisi

meteorologi, topografi dan bangunan [11]. Konsentrasi polutan udara di tempat tertentu adalah fungsi dari sejumlah variabel, termasuk laju emisi, jarak jangkauan dari sumber, dan kondisi atmosfer. Kondisi atmosfer yang paling penting adalah kecepatan angin, arah angin, dan struktur suhu vertikal atmosfer lokal [12]. Dispersi Gauss adalah sebuah metode analitik untuk mempelajari pola sebaran polutan gas di udara akibat proses adveksi dan difusi yang disebabkan oleh angin yang digunakan untuk menghitung konsentrasi zat pencemar pada suatu jarak tertentu dari sumber dan menggambarkan penyebaran tersebut pada daerah sekitar lokasi sumber [13]. Secara matematis dispersi Gauss dapat ditulis [12]:

$$c(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z} \exp \left[ -\frac{1}{2} v \left( \frac{y}{\sigma_y} \right)^2 \right] \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \left( \frac{z-H}{\sigma_z} \right)^2 + \left( \frac{z+H}{\sigma_z} \right)^2 \right) \right] \quad (1)$$

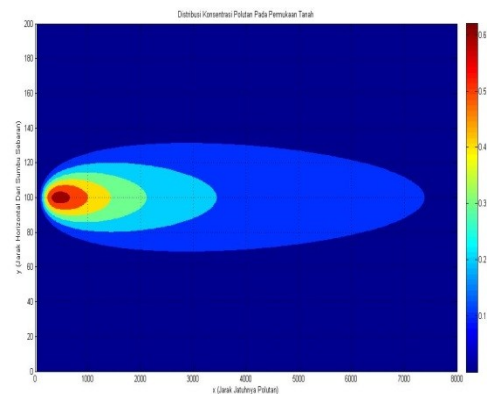
Dimana  $c$  adalah konsentrasi polutan dipermukaan (*Ground Level Concentration*) pada titik  $x, y, z$  ( $\text{g/m}^3$ ),  $Q$  adalah laju emisi polutan ( $\text{g/s}$ ),  $v$  adalah kecepatan angin rata-rata pada tinggi cerobong ( $\text{m/s}$ ),  $\sigma_y$  menyatakan tetapan dispersi secara horizontal terhadap sumbu  $x$  ( $\text{m}$ ),  $\sigma_z$  menyatakan tetapan dispersi secara vertikal terhadap sumbu  $x$  ( $\text{m}$ ),  $x$  adalah jarak jatuhnya polutan ( $\text{m}$ ),  $y$  adalah jarak pengamatan sejajar dengan sumbu  $x$  ( $\text{m}$ ),  $z$  adalah jarak pengamatan tegak lurus dengan sumbu  $y$  ( $\text{m}$ ), dan  $H$  adalah tinggi efektif emisi ( $\text{m}$ ). Pemodelan menggunakan bahasa pemrograman MATLAB yang memiliki beberapa asumsi diantaranya:

1. Tingkat emisi dari sumbernya konstan.
2. Polutan bersifat konservatif yaitu tidak hilang oleh pembusukan, reaksi kimia, atau pengendapan.
3. Ketika menyentuh tanah, tidak ada yang terserap dan semua terpantulkan.
4. Emisi berkelanjutan dan difusi diabaikan dalam arah perjalanan.

5. Bahan yang disebarkan adalah gas atau aerosol yang stabil, dengan diabaikan tingkat deposisi.
6. Kondisi Steady state.
7. Kecepatan dan arah angin konstan dengan waktu dan ketinggian.
8. Efek geser angin yang dapat diabaikan pada difusi horizontal.

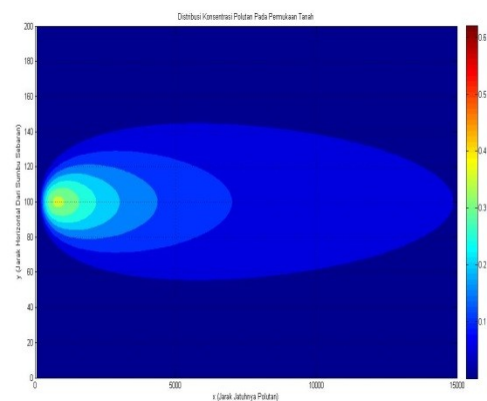
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk  $H = 30 \text{ m}$



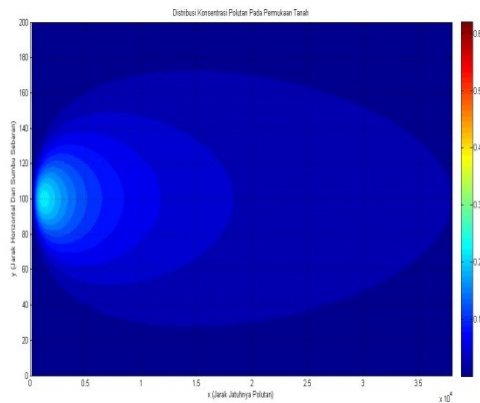
**Gambar 3.** Hasil penyebaran konsentrasi polutan CO dengan jarak  $x = 8000 \text{ m}$ .

Untuk  $H = 40 \text{ m}$



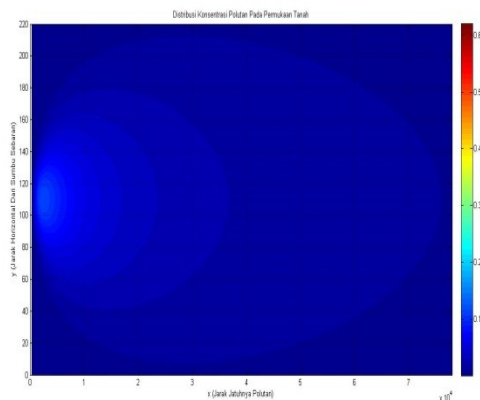
**Gambar 4.** Hasil penyebaran konsentrasi polutan CO dengan jarak  $x = 15000 \text{ m}$ .

Untuk  $H = 50 \text{ m}$



**Gambar 5.** Hasil penyebaran konsentrasi polutan CO dengan jarak  $x = 38000$  m.

Untuk  $H = 70$  m



**Gambar 6.** Hasil penyebaran konsentrasi polutan CO dengan jarak  $x = 78000$  m.

Model dispersi Gauss digunakan untuk menggambarkan pola sebaran dari penyebaran konsentrasi polutan yang berasal dari cerobong pabrik. Selanjutnya dengan bantuan Pemrograman MATLAB dilakukan pemrograman dengan menginput nilai laju emisi ( $Q$ ) polutan karbon monoksida (CO) yang dihasilkan akibat penggunaan bahan bakar batubara dan memvariasikan nilai dari tinggi efektif cerobong ( $H$ ). Untuk nilai  $Q$  diambil dari data yang digunakan oleh Yayat Ruhiat dan untuk nilai  $H$  yaitu 30 m, 40 m, 50 m dan 70 m [14].

Dari hasil tersebut dapat proses sebaran konsentrasi polutan. Dengan petunjuk warna merah pekat adalah konsentrasi tertinggi dan warna biru adalah konsentrasi terendah. Pengaruh dari cerobong pabrik sangat

menentukan jarak jangkauan dari sebaran polutan. Dari  $H = 30$  dapat dilihat bahwa jarak jangkauannya sekitar  $\pm 7400$  m,  $H = 40$  jarak jangkauannya sekitar  $\pm 14800$  m,  $H = 50$  jarak jangkauannya sekitar  $\pm 38000$  m, dan  $H = 70$  jarak jangkauannya sekitar  $\pm 76000$  m. Jadi semakin tinggi cerobong pada pabrik akan mengakibatkan semakin jauh sebaran polutan.

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil adalah pengaruh dari tinggi efektif emisi ( $H$ ) sangat berpengaruh. Ketika tinggi  $H$  30 m penyebaran konsentrasi sangat tinggi di jarak 480 m dan jarak jangkauannya cuma sampai sejauh 7400 m tetapi ketika nilai  $H$  nya dinaikkan maka terjadi perubahan. Jadi untuk mengatasi efek dari penyebaran konsentrasi polutan diharuskan cerobong pabrik dibuat tinggi.

## REFERENSI

1. Ani, M. (2018). Analisis Risiko Kualitas Udara Ambien ( $\text{NO}_2$  Dan  $\text{SO}_2$ ) Dan Gangguan Pernapasan Pada Masyarakat Di Wilayah Kalianak Surabaya. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, Vol.10 , No.4, Oktober 2018: 394-401.
2. Rita., Rina, A. & Ridwan, F.(2018).Perhitungan Indeks Kualitas Udara DKI Jakarta Menggunakan Berbagai Baku Mutu. *Ecolab* Vol. 12 No. 1 Januari 2018 : 1 – 52.
3. Aron, P.C.T. & . (2016). Analisis Persebaran Polutan Karbon Monoksida Dan Partikulat Dari Kebakaran Hutan Di Sumatera Selatan. *Jurnal Teknik ITS* Vol. 5, No. 2, (2016) ISSN: 2337-3539.
4. Fachmi, R. (2014). Permasalahan dan Dampak Kebakaran Hutan. *Jurnal Lingkar Widyaiswara*, Edisi 1 No. 4, Oktober – Desember 2014, p.47 – 59 ISSN: 2355-4118.
5. Indyah, S. A. (2005). Pendidikan Lingkungan Hidup Tentang Bahaya Polutan Udara. *Cakrawala Pendidikan*, November 2005, Th. XXIV, No. 3.
6. Waluyo, E. C. (2011). Kajian Tingkat Pencemaran Sulfur Dioksida Dari Industri Di Beberapa Daerah Di Indonesia. *Berita*

- Dirgantara* Vol. 12 No.4 Desember 2011: 132-137.
7. Undang-Undang Pokok Pengolahan Lingkungan Hidup No. 4 Tahun 1982.
  8. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 13 Tahun 1995 Tentang “Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak”.
  9. Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Nomor: KEP-107/KABAPEDAL/11/1997 Mengenai “Pedoman Teknis Perhitungan dan Pelaporan Serta Informasi Indeks Standar Pencemar Udara”.
  10. Indeks Standard Pencemaran Udara (ISPU), Diakses Pada tanggal 10 Agustus. <http://iku.menlhk.go.id/>.
  11. Ni, W. S. P. D., Tania, J., Mohammad, Y. & Mujito. (2018). Estimasi Pola Dispersi Debu,  $\text{SO}_2$  Dan  $\text{NO}_x$  Dari Industri Semen Menggunakan Model Gauss Yang Diintegrasikan Dengan *Screen3*. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan* Vol. 8 No. 1 (April 2018): 109-119.
  12. Ali, A. & Ruqaia, S. (2016). Dispersion Models of Atmospheric Air Pollutants. *University Bulletin – Issue No.18- Vol. 3* August 2016.
  13. Esty, B. (2019). Analisis Sebaran Emisi  $\text{NO}_2$  &  $\text{SO}_2$  Di Pabrik Petrokimia, Cilegon, Banten. *osf.io*.
  14. Yayat, R. (2008). Penyebaran Pencemaran Udara Di Kawasan Industri Cilegon. *Jurnal Agromet Indonesia*.



Artikel ini menggunakan lisensi  
[Creative Commons Attribution  
4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)