

Analisis Kualitas Udara Ambien berdasarkan Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) di Area Tambang Tanah Liat PT X, Kabupaten Tuban, Jawa Timur

Gista Adi Manggala¹⁾, Agus Bambang Irawan²⁾, Nandra Eko Nugroho³⁾, Titi Tiara Anasstasia⁴⁾ and Ayu Utami⁵⁾

^{1,2,3,4,5)}Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN “Veteran” Yogyakarta

^{a)}Corresponding author: bambang.irawan@upnyk.ac.id

^{b)}114190042@student.upnyk.ac.id

ABSTRAK

Penambangan tanah liat PT X menggunakan metode surface mining yaitu penambangan di permukaan tanah atau dataran. Proses-proses dalam penambangan tersebut dapat berdampak pada penurunan kualitas lingkungan salah satunya yaitu penurunan kualitas udara. Penurunan kualitas udara tersebut merupakan dampak dari sumber pencemar yang ada seperti emisi dari alat yang beroperasi dan partikel debu yang tersuspensi ke udara selama proses penambangan, sehingga diperlukan analisis kualitas udara untuk mengetahui dampak dari kegiatan penambangan tersebut. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui kualitas udara ambien dengan menggunakan perhitungan Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU). Penelitian ini dilakukan di tambang tanah liat PT X dan area pemukiman di sekitarnya. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini untuk mengetahui kualitas udara ambien yaitu Particulate Matter 10 μm (PM10) dan Particulate Matter 2,5 μm (PM2,5). Tata cara perhitungan ISPU dan penentuan kategori ISPU didasarkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.14/MENLHK/SETJEN/KUM.1/7/2020 tentang Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU). Hasil penelitian menunjukkan nilai ISPU berdasarkan parameter PM10 di titik (a); (b); (c); dan (d) masuk dalam kategori baik sedangkan nilai ISPU berdasarkan parameter PM2,5 di titik (a); (b); (c) masuk dalam kategori baik dan titik (d) masuk dalam kategori sedang.

Kata Kunci: Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU); Kualitas Udara Ambien; PM₁₀; PM_{2,5}

ABSTRACT

The clay mining process at PT X uses the surface mining method, which is mining on the surface of the land. The processes in mining can have an impact on reducing environmental quality, one of which is an air quality degradation. The air quality degradation is the impact of existing pollutant sources such as emissions from operating equipment and dust particles suspended into the air during the mining process, so an air quality analysis is needed to determine the impact of these mining activities. The purpose of this study is to determine the ambient air quality using the calculation of the (ISPU) Air Pollutant Standard Index. This research was conducted at PT X clay mine and surrounding residential areas. The parameters used in this study to determine ambient air quality are Particulate Matter 10 μm (PM10) and Particulate Matter 2.5 μm (PM2.5). The procedure for calculating ISPU and determining the ISPU category is based on the Regulation of the Minister of Environment and Forestry of the Republic of Indonesia No.P.14/MENLHK/SETJEN/KUM.1/7/2020 concerning the (ISPU) Air Pollutant Standard Index. The results showed that the ISPU value based on the PM10 parameter at points (a); (b); (c); and (d) fell into the good category while the ISPU value based on the PM2.5 parameter at points (a); (b); (c) fell into the good category and point (d) fell into the moderate category.

Keywords: Air Pollution Standards Index (ISPU); Ambient Air Quality; PM₁₀; PM_{2,5}

PENDAHULUAN

Penambangan tanah liat merupakan suatu kegiatan dengan maksud memenuhi kebutuhan bahan baku berupa komponen Al₂O₃ dan SiO₂. Tanah liat termasuk dalam tanah dengan ukuran lempung dan bersifat kohesif dan plastis (Darwis, 2018 dalam Tiffany, dkk., 2020). Salah satu pemanfaatan komponen alumina dan silika yang terkandung dalam tanah liat yaitu untuk bahan baku pembuatan produk semen. Secara garis besar kegiatan penambangan tanah liat di Tlogowaru yang dilakukan PT Semen Indonesia (Persero) Tbk memiliki

beberapa tahapan. Tahapan-tahapan tersebut yaitu pembersihan lahan (*land clearing*), pengupasan lapisan tanah pucuk (*stripping of overburden*), penggalian dan pemuatan (*digging and loading*), dan pengangkutan (*hauling*) (Vebriani, dkk., 2020). Setelah dilakukan proses penambangan tanah liat di area Tlogowaru, akan menghasilkan cekungan dengan luasan sesuai dengan area yang ditambang. Cekungan tersebut dimanfaatkan menjadi embung yang dapat dimanfaatkan baik dari warga sekitar area tambang maupun perusahaan. Contoh pemanfaatannya yaitu untuk pengairan sawah warga, sumber air untuk penyiraman area tambang dan sebagai tempat budidaya ikan.

Kegiatan yang dilakukan selama proses penambangan tanah liat dapat memberikan dampak terhadap lingkungan sekitar. Menurut Candra, 2016 dalam Siwi, dkk., 2023 aktivitas penambangan yang tidak memperhatikan lingkungan dapat menyebabkan degradasi lingkungan. Dampak tersebut dirasakan oleh pekerja di lingkungan kerja, warga di pemukiman sekitar operasional tambang, maupun penurunan kualitas lingkungan. Salah satu penurunan kualitas lingkungan yang terjadi yaitu penurunan kualitas udara. Udara yang diukur pada penelitian ini yaitu udara bebas. Udara bebas merupakan udara yang berada di luar ruangan atau disebut juga outdoor air (Soemirat, 2004 dalam Fithri, dkk., 2016). Penurunan kualitas udara tersebut dapat diakibatkan karena adanya udara emisi. Udara emisi merupakan udara yang dihasilkan dari emisi kendaraan bermotor dan cerobong asap yang ada di industri. Penurunan kualitas udara juga dapat diakibatkan dari partikulat debu yang tersuspensi ke udara selama proses penambangan terjadi. Partikulat debu dapat berasal dari penggalian dan pemuatan material selama proses penambangan, kemudian dari ceceran material selama pengangkutan menggunakan dump truck dan debu di hauling road yang tersuspensi ke udara karena adanya aktivitas di jalan tersebut.

Menurut (Muliane & Lestari, 2011) pemantauan kualitas udara merupakan komponen yang penting dalam upaya mengontrol kualitas udara. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis terkait kualitas udara ambien di area tambang dan pemukiman di sekitar penambangan tanah liat. Analisis kualitas udara ambien di lokasi penelitian dapat mengurangi resiko bencana. Resiko Pengukuran kualitas udara ambien yang dilakukan mengacu pada baku mutu udara ambien yang diatur dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021. Kemudian dapat dilakukan penggolongan kualitas udara dengan melakukan perhitungan Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.14/MENLHK/SETJEN/KUM.1/7/2020.

METODE

Pengambilan sampel partikulat dilakukan di empat lokasi yang dapat mewakili penelitian ini dengan pertimbangan diantaranya yaitu kegiatan yang ada di lokasi tersebut dan daerah yang terdampak dari kegiatan tersebut. Titik pengamatan (a) berada di area tambang tanah liat PT X, titik pengamatan (b), (c) dan (d) berada di selatan, barat dan utara area tambang tanah liat PT X. Kegiatan di area tambang yang dapat menimbulkan sebaran partikulat diantaranya yaitu penggalian dan pemuatan material (*digging & loading*), pengangkutan material (*hauling*), dan partikel dari emisi kendaraan bermotor yang beroperasi seperti dump truck dan excavator. Parameter yang diukur dalam pengambilan sampel udara di penelitian ini yaitu Particulate Matter 10 μm (PM10) dan Particulate Matter 2,5 μm (PM2,5). Penentuan titik pengambilan sampel berdasarkan SNI 19-7119.6-2005 tentang penentuan lokasi pengambilan contoh uji pemantauan kualitas udara ambien. Pengambilan sampel udara dengan parameter menggunakan alat High Volume Air Sampler (HVAS) dengan rentang waktu 24 jam. Hasil dari pengambilan sampel kemudian diuji di laboratorium dengan metode gravimetri sesuai dengan SNI 7119.14:2016 dan SNI 7119.15:2016.

Hasil dari pengambilan sampel kemudian dilakukan perhitungan Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU). Dijelaskan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 14 Tahun 2020 Pasal 1, Indeks Standar Pencemar Udara atau ISPU adalah angka tanpa satuan yang menggambarkan keadaan udara ambien di suatu lokasi, dan didasarkan pada dampaknya terhadap manusia, nilai estetika, dan makhluk hidup lainnya. Nilai Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

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

Keterangan :

- I = ISPU terhitung
 I_a = ISPU batas atas
 I_b = ISPU batas bawah
 X_a = Ambien batas atas
 X_b = Ambien batas bawah
 X_x = Kadar ambien nyata hasil pengukuran

Hasil dari perhitungan Indeks Standar Pencemar Udara kemudian dilakukan pengkategorian kualitas udara sesuai dengan **Tabel 1**. Berikut :

Tabel 1. Kategori Rentang Angka ISPU

Kategori	Status Warna	Angka Rentang
Baik	Hijau	1 – 50
Sedang	Biru	51 – 100
Tidak Sehat	Kuning	101 – 200
Sangat Tidak Sehat	Merah	201 – 300
Berbahaya	Hitam	≥301

Sumber : Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 14 Tahun 2020

Tabel 2. Penjelasan terkait Nilai ISPU

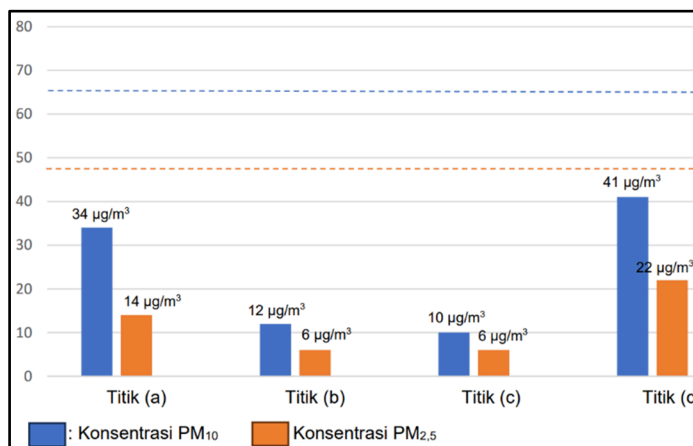
Kategori	Keterangan	Apa yang Harus Dilakukan
Baik	Tingkat kualitas udara yang sangat baik, tidak memberikan efek negatif terhadap manusia, hewan, tumbuhan.	Sangat baik melakukan kegiatan di luar
Sedang	Tingkat kualitas udara masih dapat diterima pada kesehatan manusia, hewan dan tumbuhan.	Kelompok sensitif: Kurangi aktivitas fisik yang terlalu lama atau berat. Setiap orang: Masih dapat beraktivitas di luar
Tidak Sehat	Tingkat kualitas udara yang bersifat merugikan pada manusia, hewan dan tumbuhan.	Kelompok sensitif: Boleh melakukan aktivitas di luar, tetapi mengambil rehat lebih sering dan melakukan aktivitas ringan. Amati gejala berupa batuk atau nafas sesak. Penderita asma harus mengikuti petunjuk kesehatan untuk asma dan menyimpan obat asma. Penderita penyakit jantung: gejala seperti
Kategori	Keterangan	Apa yang Harus Dilakukan

		palpitasi/jantung berdetak lebih cepat, sesak nafas, atau kelelahan yang tidak biasa mungkin mengindikasikan masalah serius.
Sangat Tidak Sehat	Tingkat kualitas udara yang dapat meningkatkan resiko kesehatan pada sejumlah segmen populasi yang terpapar.	Kelompok sensitif: Hindari semua aktivitas di luar. Perbanyak aktivitas di dalam ruangan atau lakukan penjadwalan ulang pada waktu dengan kualitas udara yang baik. Setiap orang: Hindari aktivitas fisik yang terlalu lama di luar ruangan, pertimbangkan untuk melakukan aktivitas di dalam ruangan.
Berbahaya	Tingkat kualitas udara yang dapat merugikan kesehatan serius pada populasi dan perlu penanganan cepat.	Kelompok sensitif: Tetap di dalam ruangan dan hanya melakukan sedikit aktivitas. Setiap orang: Hindari semua aktivitas di luar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengambilan sampel udara di lokasi penelitian diperoleh data berupa konsentrasi *Particulate Matter* 10 μm (PM_{10}) dan *Particulate Matter* 2,5 μm ($\text{PM}_{2,5}$) yang dapat dilihat pada **Gambar 1**. Berdasarkan **Gambar 1**, titik (d) memiliki konsentrasi *Particulate Matter* 10 μm (PM_{10}) dan *Particulate Matter* 2,5 μm ($\text{PM}_{2,5}$) tertinggi yaitu 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Konsentrasi *Particulate Matter* 10 μm (PM_{10}) dan *Particulate Matter* 2,5 μm ($\text{PM}_{2,5}$) terendah berada di titik (c) yaitu 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Titik (a) memiliki konsentrasi *Particulate Matter* 10 μm (PM_{10}) dan *Particulate Matter* 2,5 μm ($\text{PM}_{2,5}$) yaitu 34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Titik (b) memiliki konsentrasi *Particulate Matter* 10 μm (PM_{10}) dan *Particulate Matter* 2,5 μm ($\text{PM}_{2,5}$) yaitu 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Perbedaan konsentrasi partikulat dipengaruhi oleh jarak dari area tambang dan suhu di titik pengamatan. Titik (d) dengan konsentrasi partikulat tertinggi memiliki jarak dari tambang yang paling dekat dan suhu udara yang paling tinggi dibandingkan dengan titik (b) dan titik (c). Menurut Sasmita, dkk (2019) perbedaan suhu dapat menyebabkan perbedaan tekanan udara yang dapat berpengaruh pada arah pergerakan angin. Angin bergerak dari tekanan udara yang tinggi ke tekanan udara yang rendah. Titik (d) memiliki konsentrasi yang lebih tinggi dari titik (a) atau area tambang karena suhu udara titik (d) lebih tinggi dibandingkan suhu udara di area tambang sehingga angin dari area tambang atau titik (a) bergerak ke titik (d). Salah satu faktor meteorologi yang mempengaruhi persebaran partikulat yaitu angin. Partikulat akan terbawa angin dan terakumulasi di suatu lokasi berdasarkan arah angin tersebut (Sepriani, dkk., 2014). Faktor lain yang dapat menyebabkan konsentrasi partikulat di titik (d) lebih tinggi daripada titik (a) yaitu adanya kemungkinan sumber partikulat lain selain dari area tambang.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 lampiran VII baku mutu untuk parameter *Particulate Matter* 10 μm (PM_{10}) dan *Particulate Matter* 2,5 μm ($\text{PM}_{2,5}$) yaitu 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Hasil pengukuran parameter *Particulate Matter* 10 μm (PM_{10}) dan *Particulate Matter* 2,5 μm ($\text{PM}_{2,5}$) di keempat titik pengamatan berada dibawah baku mutu. Nilai tersebut dapat dipengaruhi oleh waktu pengambilan sampel yang dilakukan saat bulan basah sehingga curah hujan lebih tinggi dan dapat mempengaruhi konsentrasi partikulat di udara



Gambar 1. Konsentrasi *Particulate Matter* 10 µm (PM₁₀) dan *Particulate Matter* 2,5 µm (PM_{2,5})

Kualitas udara berdasarkan parameter *Particulate Matter* 10 µm (PM₁₀) dan *Particulate Matter* 2,5 µm (PM_{2,5}) dapat diketahui dengan melakukan perhitungan Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU). Perhitungan Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor P.14/MenLHK/Setjen/KUM.1/7/2020 tentang Indeks Standar Pencemar Udara. Hasil dari perhitungan Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) dapat dilihat pada **Tabel 3.** berikut :

Tabel 3. Nilai dan Kategori ISPU berdasarkan Parameter PM₁₀ & PM_{2,5}

Titik Pengambilan Sampel	Konsentrasi PM ₁₀ (µg/m ³)	Konsentrasi PM _{2,5} (µg/m ³)	Nilai ISPU PM ₁₀	Nilai ISPU PM _{2,5}	Kategori ISPU PM ₁₀	Kategori ISPU PM _{2,5}	Status Warna PM ₁₀	Status Warna PM _{2,5}
Titik (a)	34	14	34	45,16	Baik	Baik	Hijau	Hijau
Titik (b)	12	6	12	19,35	Baik	Baik	Hijau	Hijau
Titik (c)	10	6	10	19,35	Baik	Baik	Hijau	Hijau
Titik (d)	41	22	14	58,14	Baik	Sedang	Hijau	Biru

Dapat dilihat pada **Tabel 3.** nilai ISPU untuk parameter *Particulate Matter* 10 µm (PM₁₀) di keempat titik pengamatan memiliki rentang nilai 10 - 41 dan termasuk dalam kualitas udara kategori baik dengan status warna hijau dengan artian tingkat kualitas udara yang sangat baik, tidak memberikan efek negatif terhadap manusia, hewan, tumbuhan. Nilai ISPU untuk parameter *Particulate Matter* 2,5 µm (PM_{2,5}) di titik (a), (b), dan (c) memiliki rentang nilai 19,35 – 45,16 dan termasuk dalam kualitas udara kategori baik dengan status warna hijau dengan artian tingkat kualitas udara yang sangat baik, tidak memberikan efek negatif terhadap manusia, hewan, tumbuhan. Titik (d) memiliki nilai ISPU 58,14 dan termasuk termasuk dalam kualitas udara kategori sedang dengan status warna biru dengan artian tingkat kualitas udara masih dapat diterima pada kesehatan manusia, hewan dan tumbuhan.

KESIMPULAN

Konsentrasi *Particulate Matter* 10 µm (PM₁₀) dan *Particulate Matter* 2,5 µm (PM_{2,5}) di keempat titik pengambilan sampel berada di bawah baku mutu yang telah ditetapkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 lampiran VII. Nilai ISPU berdasarkan parameter *Particulate Matter* 10 µm (PM₁₀) termasuk dalam kualitas udara kategori baik sedangkan nilai ISPU berdasarkan parameter *Particulate Matter* 2,5 µm (PM_{2,5}) di titik (a), (b), (c) termasuk dalam kategori baik dan titik (d) termasuk dalam kategori sedang. Hasil pengukuran parameter *Particulate Matter* 10 µm (PM₁₀) dan *Particulate Matter* 2,5 µm (PM_{2,5}) dipengaruhi oleh waktu pengambilan sampel yang masuk dalam bulan basah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih Terima kasih kepada Bapak Agus Bambang Irawan, S.Si., M.Sc selaku pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama pengerjaan artikel ilmiah, Bapak Nandra Eko Nugroho, S.T., M.T, Ibu Titi Tiara Anasstasia, S.T., M.Sc dan Ibu Ayu Utami, S.T., M.S yang telah memberikan saran serta masukan selama penulisan artikel ilmiah, Jurusan Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Yogyakarta, dan orang tua yang telah memberikan dukungan serta mendoakan saya dalam penulisan artikel ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Fithri, N. K., Handayani, P., & Vionalita, G. (2016). Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Jumlah Mikroorganisme Udara dalam Ruang Kelas Lantai 8 Universitas Esa Unggul. *Jurnal Bunga Rampai*, 13(01).
- Muliane, U., & Lestari, P. (2011). Pemantauan Kualitas Udara Ambien Daerah Padat Lalu Lintas dan Komersial DKI Jakarta: Analisis Konsentrasi PM_{2,5} dan Black Carbon. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 17(2), 178-188.
- Sasmita, A., Andrio, D., & Hasibuan, P. (2019). Pemetaan Sebaran Partikulat Dari Pembakaran Limbah Padat Industri Pengolahan Sawit, Di Kabupaten Kampar, Riau. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 18(2), 57-67.
- Sepriani, K. D., Turyanti, A., & Kudsy, M. (2014). Sebaran Partikulat (PM₁₀) Pada Musim Kemarau di Kabupaten Tangerang dan Sekitarnya. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 15(2), 89-100.
- Siwi, A. Y. W., Yudono, A. R. A., & Nugroho, N. E. (2023). Degradasi Lingkungan Akibat Aktivitas Penambangan Rakyat di Dusun Srumbung, Kalurahan Segoroyoso, Kapanewon Pleret, Kabupaten Bantul, DIY. *Prosiding SATU BUMI*, 4(1).
- Tiffany, C., Winarno, T., & Marin, J. (2020). Kualitas Batuan di Tambang Tanah Liat Sebagai Bahan Campuran Semen PT Semen Gresik Kabupaten Rembang. *Jurnal Geosains dan Teknologi*, 3(2), 96-106.
- Vebriani, H., Wijaya, R. A. E., & Putra, B. P. (2020). Analisis Kestabilan Lereng pada Tambang Kuari Tanah Liat Mliwang Timur Pt. Semen Indonesia (Persero) Tbk Kabupaten Tuban Provinsi Jawa Timur. *Mining Insight*, 1(01), 71-77.