

Analysis of Air Quality Changes at Punagaya Steam Power Plant based on Total Suspended Particulate (TSP) parameters

Hildayani^{1*}, Muhammad Nadir²

Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan

Corresponding Author: Hildayani hildayani2106@gmail.com

ARTICLE INFO

Keywords: PLTU, Total Suspended Particulate, Air Quality

Received : 5 December

Revised : 17 December

Accepted: 30 January

©2024 Hildayani, Nadir. This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



ABSTRACT

The Punagaya Steam Power Plant (PLTU) is one of Power Plant in the Southern Sulawesi system. Apart from having a positive impact, PLTU can have a negative impact on the environment due to burning coal as fuel. One of the dangerous air pollutants that is often found is Total Suspended Particulate or TSP. This research aims to determine changes in TSP, PM_{2.5} and PM₁₀ concentration values at the Punagaya PLTU location from May 2022 and June 2023. The method for measuring concentrations of TSP, PM₁₀, and PM_{2.5} air particles uses High Volume Air Sampler (HVAS) equipment with gravimetric method. Based on the analysis results of air particles around the Punagaya PLTU, the concentrations of TSP, PM₁₀ and PM_{2.5} per 24 hours at the location still meet the ambient air quality standards set by the government. TSP in the Boiler Area (U1) is in the blue (medium) category, while other measurement locations for TSP, PM₁₀ and PM_{2.5} at both times are still in the green (good) ISPU category

Analisis Perubahan Kualitas Udara PLTU Punagaya Berdasarkan Parameter Total Suspended Particulate (TSP)

Hildayani^{1*}, Muhammad Nadir²

Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan

Corresponding Author: Hildayani hildayani2106@gmail.com

ARTICLE INFO

Kata Kunci: PLTU, Total Suspended Particulate, Kualitas Udara

Received : 5 December

Revised : 17 December

Accepted: 30 January

©2024 Hildayani, Nadir: This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Punagaya termasuk Program Percepatan Pembangunan Pembangkit di sistem Sulawesi Bagian Selatan. Selain memberikan dampak positif, PLTU dapat memberikan dampak negatif terhadap lingkungan karena pembakaran batu bara. Salah satu pencemar udara berbahaya yang ditemukan yaitu *Total Suspended Particulate* atau TSP. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan nilai konsentrasi TSP, PM_{2,5}, dan PM₁₀ di lokasi PLTU Punagaya pada Mei 2022 dan Juni 2023. Peralatan *High Volume Air Sampler* (HVAS) digunakan untuk mengukur konsentrasi partikel udara TSP, PM₁₀, dan PM_{2,5} dengan metode gravimetri. Berdasarkan hasil analisis terhadap partikel udara di sekitar PLTU Punagaya, nilai parameter TSP, PM_{2,5} dan PM₁₀ per 24 jam di lokasi masih memenuhi baku mutu udara ambien yang telah ditetapkan oleh pemerintah. TSP pada Area Boiler (U1) termasuk kategori biru (sedang), sementara lokasi lainnya untuk TSP, PM₁₀, dan PM_{2,5} pada kedua waktu tersebut masih termasuk kategori ISPU hijau (baik)

PENDAHULUAN

Pembangunan pembangkit dengan tenaga listrik merupakan program percepatan yang mulai dicanangkan pemerintah Indonesia sejak tahun 2010, sesuai dengan Peraturan Presiden Nomor 4 Tahun 2010, lalu diubah dengan Perpres Nomor 194 Tahun 2014. Pemerintah berusaha memenuhi kebutuhan listrik masyarakat yang berkualitas baik, merata, dan terjangkau melalui pembangunan pembangkit tenaga listrik yang memanfaatkan energi dapat diperbarui, gas dan batubara. Selanjutnya dalam Peraturan ESDM Nomor 32 Tahun 2014, terlampir bahwa Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Punagaya termasuk dalam salah satu Proyek Program Percepatan Pembangunan Pembangkit di sistem Sulawesi Bagian Selatan.

Kegiatan pembangkit listrik (*power plant*) tentunya akan memberikan dampak positif yaitu bertambahnya pengadaan listrik untuk meningkatkan perekonomian, namun kegiatan tersebut juga akan menimbulkan dampak buruk pada lingkungan. Dampak negatif yang dapat ditimbulkan menurut Greenpeace yaitu pembakaran batubara pada PLTU menghasilkan polutan seperti nitrogen oksida (NO_x) dan sulfur dioksida (SO_x) ke atmosfer yang menjadi penyebab utama terbentuknya hujan asam dan partikulat debu melayang PM_{2.5}. Hal ini dapat menyebabkan kerusakan pada bangunan dan tanaman serta mengganggu kesehatan manusia (Faruk dan Altarans, 2020).

Total Suspended Particulate atau TSP adalah salah satu zat pencemar udara berbahaya yang ditemukan. Partikulat terbagi menjadi dua kategori, yakni particulate (PM_{2.5}, dan PM₁₀) serta *suspended particulate*. TSP sebagai salah satu parameter penting yang memiliki dampak signifikan pada pencemaran udara. Pembentukan parameter TSP yang berpindah ke udara berasal dari permukaan tanah dapat dipengaruhi berbagai faktor, seperti kadar air tanah, arah angin, dan jenis vegetasi penutup permukaan tanah. TSP terdiri dari campuran kompleks partikel padat dan cair dalam udara, yang mengandung berbagai zat anorganik, organik dan partikel debu. Ukuran diameter TSP umumnya kurang dari 100 µm bahkan ada yang berukuran sekitar 50 µm (Murniasih dkk, 2020).

Jika tingkat polutan TSP di udara sekitar lokasi operasional PLTU tinggi dalam waktu lama, akan menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan dan masyarakat yang terpapar polutan tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengamati perubahan tingkat konsentrasi TSP, PM₁₀, dan PM_{2.5} dalam udara sekitar pada dua periode waktu yang berbeda. Selanjutnya, penelitian ini juga akan membandingkan tingkat konsentrasi dengan standar baku mutu udara ambien yang telah ditetapkan, serta menghitung Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) dari parameter tersebut.

TINJAUAN PUSTAKA

Pencemaran udara adalah kondisi di mana terdapat zat atau bahan asing di udara yang mengakibatkan perubahan komposisi udara dari keadaan alaminya. Kehadiran zat atau bahan asing yang terkandung di udara selalu mengakibatkan penurunan kualitas udara. Udara pada wilayah perkotaan cenderung sudah tidak lagi bersih, terutama yang memiliki kegiatan industri, teknologi, dan lalu lintas yang padat (Wardana, 2001).

Debu dapat dihasilkan dari proses mekanis seperti penghancuran batu, pengeboran, peledakan pada berbagai kegiatan tambang, pabrik besi dan baja dalam proses *sand blasting*, serta kegiatan lainnya. Debu yang terdapat di udara terbagi menjadi dua yaitu *deposit particulate matter* yang merupakan partikel dari debu terbawa di udara dan kemudian mengendap karena gravitasi bumi. Lalu *suspended particulate matter* yang sulit untuk mengendap dan tetap berada di dalam udara. Kedua jenis partikel tersebut sering disebut sebagai debu total (Rahmadhani, 2017).

Total Suspended Partikulat (TSP) adalah partikel atau aerosol berukuran <100 µm, yang merupakan partikel tidak halus yang tersaring pada sistem pernafasan atas. PM₁₀ adalah partikel halus dengan ukuran hingga 10 µm yang masuk dalam sistem pernafasan. Sedangkan PM_{2.5} yaitu partikel sangat halus dengan ukuran kurang dari 2.5 µm dan dapat masuk jaringan paru-paru sehingga dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan, termasuk infeksi saluran pernafasan, penyakit jantung, anemia, melemahnya sistem kekebalan tubuh, hambatan pertumbuhan, gejala autisme, kanker paru-paru, bahkan meningkatkan risiko kematian (Mukhtar et al., 2013).

PM_{2.5} yaitu partikel dengan ukuran yang lebih kecil dari 2,5 µm. Sementara PM₁₀ adalah partikel dengan ukuran kurang dari 10 µm. *Particulate Matter* merupakan jenis polutan berbahaya dengan berbagai ukuran yang dapat meningkatkan risiko kematian akibat paparan polusi udara. Partikulat dengan ukuran PM_{2.5} dapat terhirup dan terendap di sistem pernapasan. PM_{2.5} dapat menyebabkan infeksi akut pada saluran pernapasan apabila terpapar dalam jangka waktu panjang (Arba, 2019).

Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) yaitu nilai numerik yang tidak memiliki satuan. Indeks ini didasarkan pada dampak terhadap kesehatan manusia, nilai estetika, dan kehidupan makhluk lainnya. Nilai ini digunakan untuk menggambarkan kualitas udara ambien pada suatu lokasi tertentu. Kategori ISPU ditentukan dengan perhitungan nilai ISPU menggunakan kadar polutan yang sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.14 tahun 2020 tentang Indeks Standar Pencemar Udara yaitu:

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

I = nilai ISPU yang dihitung

I_a = nilai ISPU pada batas atas

I_b = nilai ISPU pada batas bawah

X_a = Nilai konsentrasi udara ambien pada batas atas (µg/m³)

Xb = Nilai konsentrasi udara ambien pada batas bawah ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 Xx = Nilai konsentrasi udara ambien nyata yang merupakan nilai pengukuran ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Tabel 1. Nilai ISPU dan Konversi Nilai pada Parameter

ISPU	PM ₁₀ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 jam)	PM _{2.5} $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 jam)	Status Warna	Kategori
0 - 50	50	15,5	Hijau	Baik
51 - 100	150	55,4	Biru	Sedang
101 - 200	350	150,4	Kuning	Tidak Sehat
201 - 300	420	250,4	Merah	Sangat Tidak Sehat
> 301	500	500	Hitam	Berbahaya

Tabel 2. Kategori Angka Rentang ISPU

Kategori	Keterangan
Baik	Kondisi udara yang masih sangat baik sehingga tidak menyebabkan dampak negatif bagi hewan, tumbuhan maupun manusia
Sedang	Kualitas udara yang masih dapat diterima bagi kesehatan manusia, hewan maupun tumbuhan.
Tidak Sehat	Tingkat kualitas udara yang sifatnya dapat merugikan pada manusia, hewan dan tumbuhan.
Sangat Tidak Sehat	Tingkat kualitas udara yang dapat berpotensi menimbulkan resiko kesehatan pada beberapa segmen populasi yang terpapar.
Berbahaya	Tingkat kualitas udara yang dapat menyebabkan masalah kesehatan serius pada populasi serta memerlukan tindakan penanganan yang cepat.

METODOLOGI

Pengambilan sampling udara dilakukan pada bulan Mei 2022 dan Juni 2023. Lokasi penelitian yaitu pada PLTU Punagaya berlokasi di Desa Punagaya, Kecamatan Bangkala, Kabupaten Jeneponto, Provinsi Sulawesi Selatan. Secara geografis, PLTU Punagaya berlokasi pada titik koordinat $5^{\circ}37'26.25''S$ dan $119^{\circ}32'59.47''E$. Adapun peta lokasi kegiatan disajikan pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Titik Pengukuran Udara Ambien

High Volume Air Sampler (HVAS) dengan pendekatan gravimetri digunakan dalam teknik pengukuran konsentrasi partikel TSP, PM₁₀, dan PM_{2,5}. HVAS merupakan alat yang menggunakan pompa vakum berkapasitas tinggi untuk mengambil partikel udara melalui penyaringan volume udara yang besar di atmosfer. Alat ini dilengkapi dengan perangkat pengukur filter, filter dan kontrol laju aliran udara.

Pengambilan sampel uji dilakukan sebagai berikut:

- Meletakkan alat uji di lokasi dan posisi pengambilan sampel sesuai dengan metoda penentuan lokasi di titik ambien.
- Meletakkan filter/penyaring pada holder;
- Memasang inlet PM_{2,5} dan PM₁₀.
- Melakukan pengambilan sampel uji dalam waktu 24 jam. Setelah itu, mengaktifkan peralatan uji dan memonitor laju aliran udara setiap jam. Lalu mencatat suhu, tekanan atmosfer, laju aliran, tanggal dan waktu.

Cara kerjanya adalah udara dihisap menggunakan pompa vakum dan disalurkan melalui filter berukuran $20,3 \text{ cm} \times 25,4 \text{ cm}$ dengan minimal 98,5% efisiensi penyaringan, setara dengan porositas $0,3 \mu\text{m}$, pada laju aliran antara 1,1 hingga $1,7 \text{ m}^3/\text{menit}$ selama 24 jam dengan toleransi waktu ± 1 jam. Jumlah partikel yang didapatkan pada filter dianalisis menggunakan gravimetri dan dilaporkan dalam satuan yang sesuai yaitu $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (SNI 7119-3:2017).

Melalui inlet selektif PM₁₀, udara akan diambil kemudian dilewatkan pada filter berukuran $20,3 \text{ cm} \times 25,4 \text{ cm}$ dengan minimal 98,5 % efisiensi penyaringan setara dengan porositas $0,3 \mu\text{m}$ pada laju aliran 1,1 hingga $1,7 \text{ m}^3/\text{menit}$ selama 24 jam dengan toleransi waktu ± 1 jam. Jumlah partikel yang terkumpul di filter

kemudian dianalisis menggunakan gravimetri. Hasilnya kemudian ditampilkan sebagai besar massa partikulat yang didapatkan per satuan volume contoh udara sebagai $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (SNI 7119.15:2016).

Melalui inlet selektif $\text{PM}_{2,5}$ udara akan diambil kemudian dilewatkan pada filter berukuran $25,4 \text{ cm} \times 20,3 \text{ cm}$ dengan minimal 98,5 % efisiensi penyaringan atau setara dengan porositas $0,3 \mu\text{m}$ pada laju aliran 1,1 hingga $1,7 \text{ m}^3/\text{menit}$ selama 24 jam dengan toleransi waktu ± 1 jam. Jumlah partikel yang terkumpul di filter kemudian dianalisis menggunakan gravimetri. Hasilnya kemudian ditampilkan sebagai besar massa partikulat terkumpul per satuan volume contoh udara sebagai $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (SNI 7119.14:2016).

Contoh uji yang telah diperoleh kemudian dibawa ke Laboratorium Sucofindo, Jalan Urip Sumoharjo No.90 A, Makassar.

Tingkat resiko partikel udara yang terkandung dalam suatu lokasi dapat dievaluasi menggunakan perbandingan nilai konsentrasi partikel terukur dengan angka pada kategori ISPU. Kategori ISPU partikulat udara dan dampaknya terhadap kesehatan dapat diperiksa pada Tabel 1 dan Tabel 2.

HASIL PENELITIAN

Hasil pengukuran dari konsentrasi setiap parameter TSP, PM_{10} , dan $\text{PM}_{2,5}$ ditunjukkan pada Tabel 3 dan 4. Keseluruhan nilai hasil analisis menunjukkan bahwa udara di kegiatan masih memenuhi nilai daribaku mutu Udara Ambien yang ditetapkan. Hal ini menunjukkan bahwa PLTU Punagaya telah menjaga komitmennya dalam pengelolaan lingkungan di sekitar PLTU.

Tabel 3. Nilai Pengukuran Parameter TSP, PM_{10} , dan $\text{PM}_{2,5}$ di Titik Sampling PLTU Punagaya pada Mei 2022

Parameter	Satuan	Hasil Pengukuran Mei 2022				Baku Mutu*
		U1	U2	U3	U4	
TSP	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	81,7	71,1	129,9	132,8	230
PM_{10}	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	18,6	3,7	23,5	17,2	75
$\text{PM}_{2,5}$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1	<0,63	4,5	4,5	55

Tabel 4. Nilai Pengukuran Parameter TSP, PM_{10} , dan $\text{PM}_{2,5}$ di Titik Sampling PLTU Punagaya pada Juni 2023

Parameter	Satuan	Hasil Pengukuran Juni 2023				Baku Mutu*
		U1	U2	U3	U4	
TSP	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	82,5	38,8	80,9	28,2	230
PM_{10}	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	29,3	14,2	24,1	6,5	75
$\text{PM}_{2,5}$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	16,1	10,6	13,5	1,3	55

Tabel 5. Perhitungan ISPU Parameter PM_{2,5} dan PM₁₀ pada Lokasi PLTU Punagaya

Lokasi	Hasil Perhitungan ISPU			
	PM ₁₀		PM _{2,5}	
	Mei 2022	Juni 2023	Mei 2022	Juni 2023
U1	18,6	29,3	1	51,74
U2	3,7	14,2	2,03	34,19
U3	23,5	24,1	14,52	43,55
U4	17,2	6,5	14,52	4,19

Keterangan:

U1 (Area Boiler) = S: 05 37' 24.55", E: 119 33' 03.3"

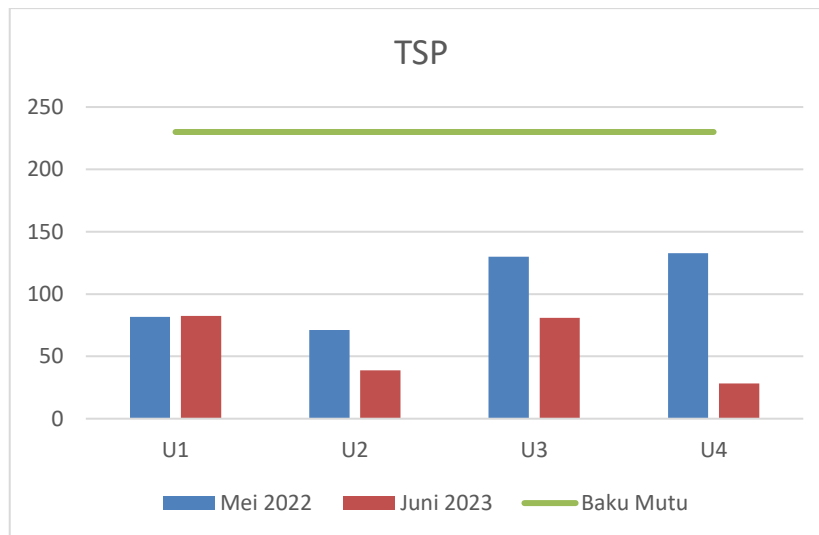
U2 (depan Kantor) = S: 05°37'23.11", E: 119° 33'09.02"

U3 (area jetty) = S: 05°37' 32.743", E: 119 32'27.594"

U4 (Dusun Bungung labuang) = S: 05°37' 41.866", E: 119 32'52.460"

PEMBAHASAN

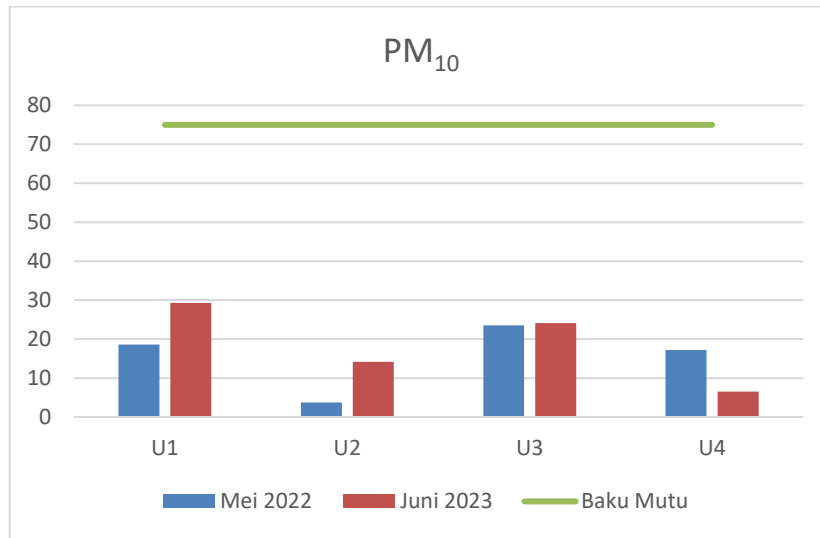
Penelitian ini telah melakukan pengambilan sampel uji berdasarkan pada titik sampling yang ditetapkan karena ketiga titik tersebut mewakili lingkungan sekitar PLTU dan mengikuti arah angin. Titik sampling yang pertama terletak di dalam lokasi PLTU yaitu diambil pada area boiler yang merupakan sumber proses utama pada PLTU, titik sampling kedua berada di depan kantor karyawan dan masih berada di dalam area PLTU, kemudian titik sampling ketiga berada di Area Jetty PLTU Punagaya, titik sampling keempat berada di areal permukiman yang terkena dampak PLTU yaitu Dusun Bungung Labuang.



Gambar 2. Grafik Perubahan Nilai TSP pada Titik Sampling

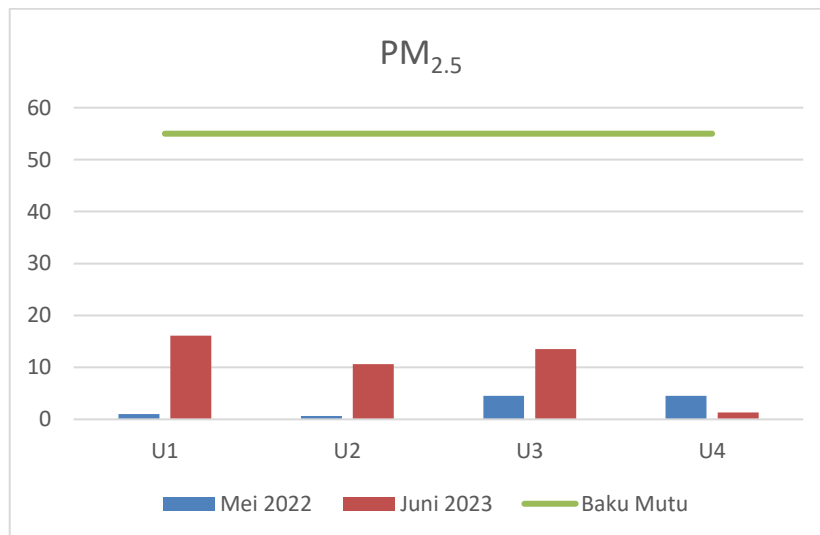
Berdasarkan hasil Analisa laboratorium pada Gambar 2, maka didapatkan hasil untuk konsentrasi parameter TSP tertinggi Mei 2022 ditemukan pada lokasi permukiman yaitu pada U4 (Dusun Bungung labuang) dibandingkan dengan lokasi kantor PLTU, area Boiler, dan area Jetty. Namun, pada Juni 2023 nilai TSP tersebut menurun dan yang tertinggi adalah pada U1 (area Boiler) yaitu 82,5

$\mu\text{g}/\text{m}^3$. Nilai yang terukur tersebut masih di bawah baku mutu $230 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sehingga tidak membahayakan masyarakat maupun lingkungan.



Gambar 3. Grafik Perubahan Nilai PM₁₀ pada Titik Sampling

Gambar 3 menunjukkan bahwa konsentrasi PM₁₀ tertinggi Mei 2022 pada U3 (Jetty) yaitu $23,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, kemudian Juni 2023 nilai PM₁₀ tertinggi ditemukan pada U1. Nilai ini juga masih memenuhi baku mutu yang ditetapkan untuk PM₁₀ yaitu $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Terjadi kenaikan konsentrasi pada U1 dan U2 yang cukup signifikan, sementara U4 mengalami penurunan dibandingkan nilai pada Mei 2022.



Gambar 4. Grafik Perubahan Nilai PM_{2.5} pada Titik Sampling

Konsentrasi PM_{2.5} tertinggi yaitu pada U3 (Jetty) dan U4 (Dusung Bungung Labuang) dengan nilai yang sama yaitu $4,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Namun pada Juni 2023, terjadi konsentrasi PM_{2.5} yang meningkat signifikan pada ketiga lokasi dan yang tertinggi yaitu pada U1 sebesar $16,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Gambar 4 menunjukkan adanya peningkatan konsentrasi PM_{2.5} pada lokasi U1, U2, dan U3.

Dari hasil pengukuran kualitas udara di 4 (empat) lokasi pada bulan Mei 2022 dan Juni 2023 menunjukkan bahwa hanya PM_{2,5} pada U1 berada dalam kategori sedang (biru) menunjukkan bahwa tingkat kualitas udara masih berada dalam taraf yang dapat diterima bagi kesehatan manusia, hewan, dan tumbuhan. Lokasi lain memperlihatkan bahwa nilai ISPU kualitas udara pada masing-masing daerah pengambilan sampel masih dalam kategori baik yaitu parameter TSP, PM₁₀, dan PM_{2,5} dalam kategori ISPU antara 0 sampai dengan 50. Kondisi ini menunjukkan bahwa kualitas udara di daerah tersebut sangat baik dan tidak memiliki dampak negatif terhadap manusia, hewan, dan tumbuhan.

Konsentrasi parameter partikel yang terukur di bawah batas mutu memperlihatkan kualitas udara di sekitar PLTU Punagaya relatif normal dan baik bagi makhluk hidup. Ini disebabkan oleh kondisi alam lingkungan sekitar yang mampu menetralkan zat pencemar.

Keberadaan PLTU Punagaya yang menggunakan batu bara sebagai bahan bakar memiliki potensi besar untuk menghasilkan gas polutan ke udara. Selain itu, pertumbuhan populasi, peningkatan lalu lintas, dan pertumbuhan ekonomi lokal dapat menyebabkan penurunan kualitas udara dan pencemaran di daerah penelitian. Oleh karena itu, perlu dipertimbangkan langkah-langkah untuk mempertahankan kondisi tersebut, terutama karena beberapa lokasi mengalami peningkatan konsentrasi polutan pada tahun 2023 bila dibandingkan dengan tahun sebelumnya.

Pengendalian kadar polutan pada udara dapat dilakukan dengan melakukan pengembangan ruang terbuka hijau, serta penanaman pohon di kawasan permukiman dan industri. Pohon secara alami dapat menyerap polutan udara, terutama pohon yang memiliki daun lebar. Setiap hektar dari lahan penghijauan dapat menghasilkan 0,6 ton oksigen/hari, yang membantu mengurangi kandungan polutan di udara (Inaku dan Novianus, 2020).

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan terhadap partikel udara di sekitar PLTU Punagaya pada bulan Mei 2022 dan Juni 2023, konsentrasi TSP, PM_{2,5} dan PM₁₀ per 24 jam di seluruh lokasi masih memenuhi baku mutu udara ambien nasional yang ditetapkan pemerintah pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021. TSP pada Area Boiler (U1) termasuk kategori biru (sedang), sementara lokasi pengukuran lain untuk TSP, PM₁₀, dan PM_{2,5} pada kedua waktu tersebut masih termasuk kategori ISPU hijau (baik).

PENELITIAN LANJUTAN

Hasil penelitian ini merupakan hasil pengukuran udara pada bulan Mei 2022 dan Juni 2023 sehingga memiliki keterbatasan untuk melihat perubahan yang terjadi setiap bulan atau tahun. Penulis berharap akan ada penelitian lanjutan terkait pencemaran udara akibat parameter TSP, PM₁₀, dan PM_{2,5} tersebut untuk setiap bulan atau setiap tahun pada lokasi PLTU ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menghaturkan terimakasih kepada pihak PLTU Punagaya Jeneponto dan rekan-rekan PT. Pandit Eka Nusa Agrata yang membantu terselesainya penelitian ini dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Arba, S. (2019). Kosentrasi Respirable Debu Particulate Matter (Pm_{2,5}) Dan Gangguan Kesehatan Pada Masyarakat Di Pemukiman Sekitar PLTU. *Promotif: Jurnal Kesehatan Masyarakat* Volume 9, Nomor 2, Desember 2019. <https://doi.org/10.56338/pjkm.v9i2.963>.
- Badan Standarisasi Nasional. 2016. SNI 7119.14:2016. Udara ambien - Bagian 14: Cara uji partikel dengan ukuran $\leq 2,5 \mu\text{m}$ (PM_{2,5}) menggunakan peralatan High Volume Air Sampler (HVAS) dengan metode gravimetri. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2016. SNI 7119.15:2016. Udara ambien - Bagian 15: Cara uji partikel dengan ukuran $\leq 10 \mu\text{m}$ (PM₁₀) menggunakan peralatan High Volume Air Sampler (HVAS) dengan metode gravimetri. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2017. SNI 7119-3:2017. Udara Ambien – Bagian 3: Cara Uji Partikel Tersuspensi Total Menggunakan Peralatan High Volume Air Sampler (HVAS) Dengan Metode Gravimetri. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.
- Faruk, F., & Altarans, I. (2020). Dampak PLTU Tidore Terhadap Lingkungan Udara, Kesejahteraan Dan Kesehatan Masyarakat Di Kelurahan Rum Balibunga Kecamatan Tidore Utara. *Dintek*, 13(02), 38-49. Retrieved from <https://jurnal.umm.ac.id/index.php/dintek/article/view/560>
- Inaku, A. H. R., & Novianus, C. (2020). Pengaruh Pencemaran Udara PM_{2,5} dan PM₁₀ Terhadap Keluhan Pernapasan Anak di Ruang Terbuka Anak di DKI Jakarta. *ARKESMAS (Arsip Kesehatan Masyarakat)*, 5(2), 9-16. <https://doi.org/10.22236/arkesmas.v5i2.4990>
- Mukhtar, Rita, et al. "Komponen Kimia Pm_{2,5} dan Pm₁₀ di Udara Ambien di Serpong - Tangerang." *Ecolab*, vol. 7, no. 1, 2013, pp. 1-7, doi:[10.20886/jklh.2013.7.1.1-7](https://doi.org/10.20886/jklh.2013.7.1.1-7).

Murniasih, S., Rozana, K., & Prabasiwi, D. S. (2020). Asesmen logam berat sampel partikulat udara pada TSP di sekitar PLTU Pacitan. *Indonesian Journal of Chemical Analysis (IJCA)*, 3(2), 74–82. <https://doi.org/10.20885/ijca.vol3.iss2.art5>

Rahmadhani, Ardhi, et al. "Pemodelan Dispersi Debu Industri Semen di Kabupaten Tuban Jawa Timur." *Jurnal Teknik ITS*, vol. 6, no. 2, 2017, doi:[10.12962/j23373539.v6i2.23879](https://doi.org/10.12962/j23373539.v6i2.23879).

Wardana, A., dan Wisnu. 2001. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta.