

Analisa Kualitas Lingkungan Udara Ambien (PM2.5) di Kota Surabaya

Dea Kirana Nurlaili¹, Novirina Hendrasarie^{2*}

^{1,2}Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, UPN "Veteran" Jawa Timur, Surabaya Indonesia

*Koresponden email: novirina@upnjatim.ac.id

Diterima: 11 Desember 2023

Disetujui: 28 Desember 2023

Abstract

Particulate pollution increases with population and activity. Likewise, the city of Surabaya is the 2nd largest metropolitan city in Indonesia based on its population. PM2.5 is a fine particulate that can pose a greater health risk than PM10. This research aims to identify PM2.5 ambient air quality in the city of Surabaya by analyzing daily fluctuations in PM2.5 and calculating an index to be able to categorize ambient air quality in the city of Surabaya. The analytical method used is a quantitative observation method that involves analyzing fluctuations in the distribution of PM2.5 over 24 hours and 7 days and calculating ISPU and NAAQS. The results of the observations showed an increase in PM2.5 particulates at certain times, and the highest spike in PM2.5 levels occurred on Saturday. Based on ISPU and NAAQS calculations, there are differences: according to ISPU, the ambient air quality in Surabaya is classified as moderate, while according to US-EPA standards, the ambient air quality in Surabaya is classified as unhealthy for sensitive groups.

Keywords: *Surabaya, Particulate PM2.5, Ambient Air Quality, ISPU, NAAQS*

Abstrak

Tingkat polusi partikulat meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi dan peningkatan aktivitas manusia. Begitu pula dengan Surabaya yang merupakan kota metropolitan terpadat kedua di Indonesia. PM2.5 mengacu pada partikel halus yang dapat menimbulkan bahaya kesehatan lebih tinggi dibandingkan PM10. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar PM2.5 di udara kota Surabaya dengan menganalisis variasi harian PM2.5 dan menghasilkan indeks yang dapat digunakan untuk mengklasifikasikan kualitas udara ambien di kota tersebut. Metode analisa yang digunakan yakni menggunakan metode pengamatan pendekatan kuantitatif, dengan menganalisis fluktuasi persebaran PM2.5 selama 24 jam dan 7 hari dan menghitung ISPU dan NAAQS. Hasil dari pengamatan menunjukkan terjadinya peningkatan partikulat PM2.5 pada waktu tertentu dan lonjakan kadar PM2.5 tertinggi yang terjadi di hari Sabtu. Berdasarkan perhitungan ISPU dan NAAQS terdapat perbedaan dimana menurut ISPU kualitas udara ambien di Surabaya tergolong sedang sedangkan menurut standar US-EPA kualitas udara ambien di Surabaya tergolong tidak sehat untuk golongan sensitif.

Kata Kunci: *Surabaya, Partikulat PM2.5, Kualitas Udara Ambien, ISPU, NAAQS*

1. Pendahuluan

Sebagai negara dengan populasi terbesar ke-4 di dunia yaitu sekitar 277,7 juta jiwa, dapat dimaklumi bahwa tingkat aktivitas dan konsumsi negara kita juga tinggi. Surabaya yang terkenal dengan sebutan kota Pahlawan, kota metropolitan terbesar ke-2 di Indonesia berdasarkan jumlah penduduknya dengan total luas wilayah sebesar 326,81 km² dengan total mencapai 2,88 juta jiwa[1]. Sebagai kota dengan penduduk yang tinggi tidak bisa dipungkiri kualitas udara juga cukup mengkhawatirkan. Di kota Surabaya, polusi partikulat meningkat akibat aktivitas ekonomi, populasi pertumbuhan, urbanisasi dan industrialisasi. Menurut BPS, Surabaya setidaknya 595 industri yang masih aktif. Letak kawasan industri berjarak sekitar 20-30 km dari pusat kota. Daerah-daerah ini lah yang menyebabkan tingginya penggunaan transportasi dengan kemacetan yang sudah umum terjadi sehari-hari. Perpaduan antara penggunaan transportasi yang tinggi dan industri memberikan dampak negatif terhadap kualitas udara.

Menurut (PP Nomor 22 Tahun 2021) zat pencemar udara yang berada pada udara ambien dan telah ditetapkan kadarnya yakni Sulfur Dioksida (SO₂), Karbon Monoksida (CO), Nitrogen Dioksida (NO₂), Ozon (O₃), NMHC, partikulat debu (PM₁₀ dan PM_{2.5}), dan Timbal (PB). Salah satu pencemar udara yang dapat membahayakan kesehatan manusia secara langsung yakni polutan partikulat.

Menurut US-EPA partikulat merupakan campuran partikel padat dan cairan yang berada di udara, dapat berupa debu, kotoran atau asap, memiliki ukuran yang kecil dan bahkan tidak dapat dilihat dengan

mata telanjang hingga harus menggunakan mikroskop elektron, partikulat memiliki banyak bentuk dan ukuran dan dapat terbentuk dari ratusan bahan kimia yang berbeda. Beberapa diantaranya tersebar langsung dari sumbernya seperti pembangunan konstruksi, jalan yang tidak beraspal, cerobong asap atau kebakaran. Ukuran partikel dianggap sebagai parameter kunci untuk menentukan dampak terhadap kesehatan manusia, PM halus (PM_{2.5}) memberikan resiko kesehatan yang lebih besar daripada PM kasar (PM₁₀) [3]. Sebuah penelitian di AS menunjukkan bahwa PM_{2.5-10} berhubungan secara signifikan dengan peningkatan kematian untuk semua dan penyebab spesifik [4].

Dampak PM_{2.5} terhadap kesehatan masyarakat telah menjadi perhatian besar diseluruh dunia, terutama di negara-negara berkembang. Partikulat merupakan salah satu parameter pencemar utama yang dapat memengaruhi kesehatan manusia terutama pada pernafasan [5]. Menurut [6] PM_{2.5} merupakan partikel polutan udara utama yang berdampak buruk terhadap kesehatan manusia terutama jarak pandang. Penyebab utama dari tercemarnya paru-paru yaitu disebabkan oleh NO_x, SO₂, Ozon dan Partikulat [5]. PM_{2.5} tidak hanya dapat masuk ke daerah pertukaran pernafasan di paru-paru, akan tetapi juga dapat masuk lebih jauh kedalam rongga paru-paru melalui penghalang pernafasan dan memasuki sistem peredaran darah sehingga PM_{2.5} dapat menyebar ke seluruh tubuh melalui sirkulasi darah [7]. Dampak pada kesehatan yang di berikan oleh PM_{2.5} yakni kerusakan saluran pernafasan, gangguan kardiovaskular, induksi/eksaserbasi diabetes melitus, efek buruk pada masa bayi, gangguan metabolisme, stres oksidatif dan kerusakan, mutagenitas/genotoksitas, inflamasi dll [8]. Bahaya yang disebabkan oleh PM_{2.5} tidak hanya pada luar ruangan, telah banyak penelitian yang mengungkapkan bahwa pada ruangan *indoor* juga dapat merasakan dampak dari PM_{2.5} [9].

Upaya yang telah dilakukan oleh pemerintah dalam mengantisipasi kadar polutan di udara yakni dengan melakukan pemantauan kualitas udara ambien dan kemudahan dalam mendapatkan informasi kualitas udara ambien berupa Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) dengan menggunakan perangkat Air Quality Monitoring Station (AQMS) yang berada di daerah Tandes. Masyarakat juga bisa mendapatkan informasi kualitas udara ambien pada web IQAir yang memiliki jangkauan informasi lebih luas hingga berbagai negara. Surabaya sendiri memiliki 3 provider untuk mengukur kualitas udara ambien, dimana 1 provider dinaungi oleh Kementerian Lingkungan Hidup, dan 2 provider oleh kontributor yang berbeda. Perbedaan dari IQAir dan ISPU yakni, IQAir mengikuti standar US-EPA/NAAQS (*National Ambient Air Quality*) sedangkan ISPU mengikuti standar dari Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Tabel 1. Indeks Standard Pencemar Udara

ISPU	24 jam partikulat (PM _{2.5}) µg/m ³	Kategori	Status Warna
0 – 50	15,5	Baik	Hijau
51 – 100	55,4	Sedang	Biru
101 – 200	150,4	Tidak Sehat	Kuning
201 – 300	250,4	Sangat Tidak Sehat	Merah
>300	500	Berbahaya	Hitam

Sumber: PermenLHK No. 14 Tahun 2020

Tabel 2. National Ambient Air Quality Standard (NAAQS)

ISPU	24 jam partikulat (PM _{2.5}) µg/m ³	Kategori	Status Warna
0 – 50	0 - 12	Baik	Hijau
51 – 100	12,1 – 35,4	Sedang	Kuning
101 – 150	35,3 – 55,4	Tidak Sehat untuk yang sensitif	Oranye
151 – 200	55,5 – 150,4	Tidak Sehat	Merah
201 – 300	150,5 – 250,4	Sangat Tidak Sehat	Ungu
301 - 400	250,5 – 350,4	Beracun/berbahaya	Merah gelap
401 – 500	350,5 – 500,4	Beracun/berbahaya	Merap gelap

Sumber: United States EPA

Oleh karena itu, penelitian PM pada udara ambien sangat diperlukan untuk dapat mengidentifikasi kemungkinan besar sumber dan penyebabnya, sehingga dapat membantu dalam mengembangkan dan menerapkan pengendalian yang lebih efektif ke depannya [10].

Rumus Perhitungan ISPU dan NAAQS :

$$\text{ISPU} \rightarrow I = \frac{(I_a - I_b)}{(X_a - X_b)} (X_x - X_b) + I_b \dots\dots\dots(1)$$

Ket:

- I = ISPU terhitung
- X_a = Konsentrasi ambien batas atas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- I_a = ISPU batas atas
- X_b = Konsentrasi ambien batas bawah ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- I_b = ISPU batas bawah
- X_x = Konsentrasi ambien nyata hasil pengukuran ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

$$\text{NAAQS} \rightarrow I_p = \frac{I_{Hi} - I_{Lo}}{BP_{Hi} - BP_{Lo}} (C_p - BP_{Lo}) + I_{Lo} \dots\dots\dots(2)$$

Ket :

- I_p = The index for pollutant
- C_p = the truncated concentration of pollutant
- I_{Hi} = the AQI value corresponding to BP_{Hi}
- I_{Lo} = the AQI value corresponding to BP_{Lo}
- BP_{Hi} = the concentration breakpoint that is greater than or equal to C_p
- BP_{Lo} = the concentration breakpoint that is less than or equal to C_p

Tujuan dari penelitian ini yakni untuk mengidentifikasi kualitas udara ambien PM2.5 di kota Surabaya dengan menganalisis fluktuasi harian dari PM2.5 dan menghitung Indeks Standard Kualitas Udara berdasarkan PermenLHK No. 14 Tahun 2020 dan Indeks Standard Kualitas Udara oleh US-EPA guna dapat membandingkan standar nasional dan internasional serta dapat mengategorikan kualitas udara ambien di kota Surabaya.

2. Metode Penelitian

2.1 Metode Pengamatan

Penelitian ini menggunakan metode pengamatan pendekatan kuantitatif, dengan menganalisa fluktuasi persebaran PM2.5 selama 24 jam dan 7 hari. Data yang didapatkan merupakan pengamatan melalui web IQAir. Lokasi dari pengukuran parameter polutan sendiri juga didapatkan dari provider IQAir yang berada di tiga daerah di Surabaya, yakni daerah Tandes Surabaya, daerah Jl. Kertajaya, dan daerah Jl. Keputih.



Gambar 1. Lokasi Pengukuran PM2.5

2.2 Metode Analisa

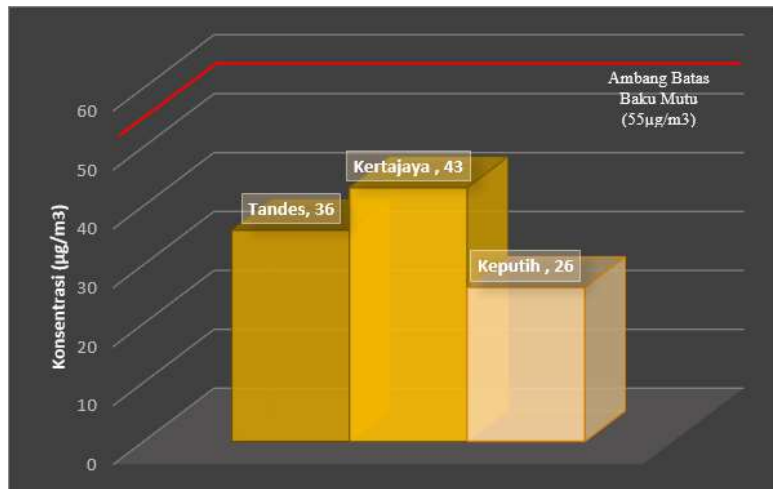
Analisa dapat dilakukan setelah melakukan kolektif data selama 7 hari pada bulan Oktober, dengan menganalisis fluktuasi harian, maka menghitung data yang telah didapatkan dengan menggunakan rumus sesuai dengan PermenLHK No.14 tahun 2020 dan US-EPA. Setelah didapatkan angka Indeks Standard Kualitas Udara barulah dapat dikategorikan kualitas udara di Surabaya termasuk baik, sedang, atau bahkan berbahaya.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Tingkat Konsentrasi PM2.5

Berdasarkan **Gambar 2** grafik hasil pengamatan PM2.5 selama 7 hari, polutan PM2.5 dengan konsentrasi tertinggi berada di daerah Kertajaya yakni 43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, lalu wilayah Tandes dengan konsentrasi

rata-rata PM2.5 yakni 36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan wilayah dengan konsentrasi terendah berada di daerah Keputih dengan rata-rata PM2.5 sebesar 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021 kadar polutan masih dibawah ambang batas kadar partikulat PM2.5 yakni 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



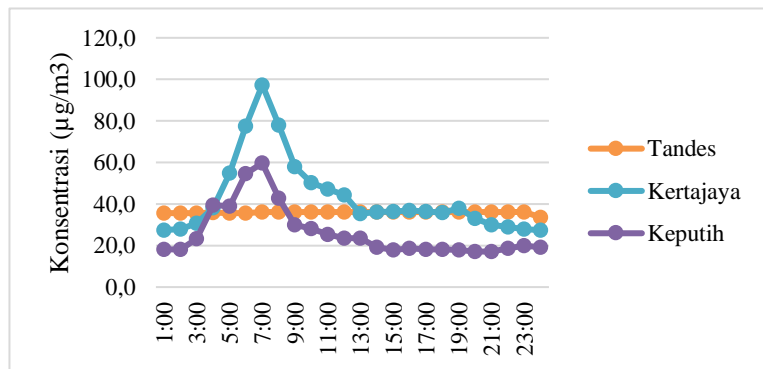
Gambar 2. Tingkat Konsentrasi PM2.5 di Kota Surabaya

Tingginya kadar PM2.5 bisa dipengaruhi oleh jumlah kendaraan yang melintas, dan titik kemacetan yang berada di daerah tersebut. Seperti yang diketahui kemacetan, kebisingan, dan pencemaran akibat penggunaan kendaraan bermotor semakin tidak terkendali [11]. PM2.5 tertinggi dihasilkan oleh campuran *vehicle* dengan *dust road* dengan kontribusi sebesar 44,2% [12].

Jika melihat dari wilayahnya, Tinggi nya kadar PM2.5 bisa disebabkan oleh banyaknya jumlah kendaraan yang melintas, daerah Kertajaya yang letaknya berada di tengah-tengah wilayah kota Surabaya, sehingga kemungkinan aktivitas kendaraan yang lebih tinggi daripada kedua wilayah lainnya. Begitupun dengan daerah Keputih, jika melihat dari sisi geografisnya, masih banyak terlihat wilayah hijau yang artinya banyak pohon dan pemukimannya tidak sepadat daerah Tandes dan Kertajaya, dan disana juga merupakan kawasan mangrove, hal inilah yang menyebabkan kadar polutannya menjadi yang paling rendah. Penelitian yang telah dilakukan oleh [13] juga telah membuktikan bahwa ruang terbuka hijau, tumbuhan dan pepohonan dapat mereduksi tingkat polusi.

3.2 Fluktuasi Harian Konsentrasi PM2.5

Hasil identifikasi dan analisis fluktuasi sebaran PM2.5 untuk daerah Tandes, Kertajaya dan Keputih untuk pengukuran selama 24 jam yang diambil selama 7 hari dapat dilihat pada Gambar 3.

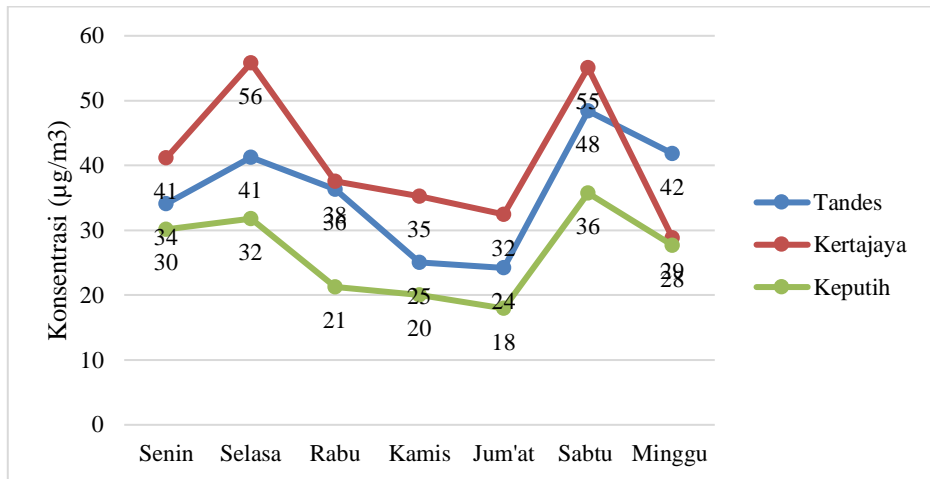


Gambar 3. Sebaran PM2.5 selama 24 jam

Data pengukuran PM2.5 pada grafik merupakan data median yang diambil selama 7 hari. Dari data diatas dapat dianalisis fluktuasi tingkat persebaran PM2.5. Dilihat dari grafik yang menunjukkan sebaran PM2.5, Peningkatan kadar PM2.5 jika dilihat dari grafik dimulai dari pukul 03.00 WIB hingga pukul 08.00 WIB dan mulai menurun setelah itu.

Ditinjau dari aktivitas yang terjadi kemungkinan besar peningkatan ekstrem yang terjadi dari pukul 06.00 WIB hingga 08.00 WIB adalah masyarakat yang sedang dalam perjalanannya untuk memulai aktivitas rutusnya baik masuk sekolah, masuk kerja dan lain sebagainya. Peningkatan ini terjadi di daerah Kertajaya dan Keputih, sedangkan pada daerah Tandes aktivitas yang terjadi stagnan yang dimana kemungkinan tidak ada lonjakan aktivitas pada jam-jam tertentu. Sedangkan untuk grafik fluktuasi sebaran

PM2.5 untuk daerah Tandes, Kertajaya dan Keputih untuk pengukuran per hari selama 1 minggu dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Sebaran PM2.5 selama 1 minggu

Data pengukuran PM2.5 pada grafik **Gambar 4** merupakan data median yang diambil selama 24 jam. Dari data diatas dapat dianalisis fluktuasi tingkat persebaran PM2.5. Dilihat dari grafik yang menunjukkan sebaran PM2.5, kadar PM2.5 mengalami dilema naik turun. Pada ketiga daerah tersebut secara kompak mengalami arah naik turun grafik yang hampir sama, dimana pada hari Selasa terjadi peningkatan dari hari Senin yang kemudian menurun hingga hari Jumat, lalu terjadi peningkatan ekstrem di hari Sabtu dan menurun kembali di hari minggu. Jika kita lihat grafik, hari Sabtu merupakan hari dimana loncatan kadar PM2.5 paling tinggi diantara hari lainnya, di hari Sabtu loncatan kadar PM2.5 yakni hingga 23 µg/m³ untuk daerah Kertajaya dan Keputih, sedangkan untuk daerah Tandes loncatan kadar PM2.5 yakni 18 µg/m³. Hal ini bisa diasumsikan bahwa aktivitas pada hari Sabtu meledak dikarenakan hari Sabtu merupakan hari libur atau awal weekend dimana hari yang bagus untuk berangkat berlibur dan hari untuk melepas penat dengan bermain bersama teman maupun keluarga.

Berdasarkan baku mutu udara ambien pada PP Nomor 22 Tahun 2021, untuk pengukuran 24 jam baku mutu PM2.5 yaitu 55 µg/m³. Yang berarti kualitas udara ambien di kota Surabaya masih memenuhi ambang batasnya. Jika melihat hari Selasa dan hari Sabtu pada daerah Kertajaya kadar PM2.5 memang sangat tinggi bahkan pada hari Selasa melampaui baku mutu yakni 56 µg/m³.

Cuaca berperan dalam siklus pencemaran lingkungan, baik dengan mencegah atau mempercepat berkembangnya 27 jenis polutan yang berbeda [14]. Suhu, kelembapan, dan kecepatan angin merupakan parameter meteorologi yang mungkin berdampak pada pencemaran udara. Angin mempunyai peran penting dalam penyebaran polusi [15]. Pola angin lokal atau regional dapat berdampak pada pelarutan, distribusi, dan transportasi kontaminan di atmosfer. Konsentrasi partikulat dapat dipengaruhi oleh kecepatan angin. Kecepatan angin yang tinggi menyebarkan partikulat secara luas, sehingga menyebabkan penurunan konsentrasinya. Sebaliknya, kecepatan angin yang rendah menyebabkan polutan berkumpul di lokasi tertentu, sehingga menyebabkan peningkatan konsentrasinya [16].

Tabel 3. Kondisi metereologi saat pengamatan

Suhu Rata-Rata (°C)	Kecepatan Angin (m/s)	Kelembapan Rata-Rata (%)
31	3,6	64,4

Sumber : Badan Metereologi dan Geofisika Online

Berdasarkan **Tabel 3** diketahui suhu rata-rata di kota Surabaya selama pengukuran yaitu 31°C dengan suhu tertinggi 36°C dan suhu terendah 26°C. Menurut Prakirawan BMKG akhir-akhir ini Surabaya memang sedang dilanda cuaca panas yang disebabkan pergerakan matahari yang bergerak ke arah selatan ekuator, sehingga penyinaran matahari lebih intens.

3.3 Analisis Indeks Standard Pencemar Udara dan National Ambient Air Quality Standard

Perhitungan indeks diperlukan agar memudahkan masyarakat dalam menggolongkan kualitas udara termasuk baik, sedang, tidak sehat, sangat tidak sehat, hingga berbahaya. Dari data pemantauan yang telah dilakukan, maka dapat diperhitungkan indeks pencemarannya. Hasil perhitungan sesuai dengan rumus ISPU dan NAAQS dituliskan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Nilai ISPU dan NAAQS Tiga lokasi Kota Surabaya Bulan Oktober 2023

Hari	Nilai ISPU			Nilai NAAQS		
	Tandes	Kertajaya	Keputih	Tandes	Kertajaya	Keputih
Senin	74	79	68	97	111	88
Selasa	82	98	70	115	127	89
Rabu	73	77	57	104	102	70
Kamis	62	74	56	78	98	67
Jumat	61	71	53	76	94	62
Sabtu	90	86	75	130	126	99
Minggu	84	49	65	117	87	83

Sumber : PermenLHK No. 14 Tahun 2020 dan United States EPA

Data yang didapatkan setelah diperhitungkan dapat dibandingkan dengan PermenLHK No.14 tahun 2020 dan Air Quality Indeks yang ditetapkan oleh US-EPA sehingga diperoleh kategori ditiga lokasi yang tunjukkan pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Kategori ISPU dan NAAQS Tiga lokasi Kota Surabaya Bulan Oktober 2023

Hari	Nilai ISPU			Nilai NAAQS		
	Tandes	Kertajaya	Keputih	Tandes	Kertajaya	Keputih
Senin	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Tidak sehat (sensitif grup)	Sedang
Selasa	Sedang	Sedang	Sedang	Tidak sehat (sensitif grup)	Tidak sehat (sensitif grup)	Sedang
Rabu	Sedang	Sedang	Sedang	Tidak sehat (sensitif grup)	Tidak sehat (sensitif grup)	Sedang
Kamis	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang
Jumat	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang
Sabtu	Sedang	Sedang	Sedang	Tidak sehat (sensitif grup)	Tidak sehat (sensitif grup)	Sedang
Minggu	Sedang	Sedang	Sedang	Tidak sehat (sensitif grup)	Sedang	Sedang

Sumber : PermenLHK No. 14 Tahun 2020 dan United States EPA

Berdasarkan **Tabel 5**, kategori ISPU dan NAAQS terdapat perbedaan dimana menurut standar dari US-EPA di wilayah Tandes dan Kertajaya dikategorikan sebagai wilayah dengan udara yang tidak sehat untuk sekelompok orang yang sensitif terhadap polusi udara yang memiliki riwayat penyakit. Artinya lebih rentan bagi mereka untuk terkena dampak dari partikulat PM2.5, dan untuk masyarakat selain kondisi tersebut dampaknya masih bisa terbilang aman. Perbedaan kategori tersebut bisa disebabkan oleh standar US-EPA yang lebih ketat dari yang diatur di Indonesia jika melihat dari rumus perhitungan Indeks, baik ISPU maupun NAAQS tidak memiliki perbedaan. Akan tetapi jika melihat batas partikulat PM2.5 selama 24 jam maka dapat dilihat bahwa NAAQS lebih ketat daripada yang diatur oleh pemerintah Indonesia. Jika melihat pada **Tabel 5** dapat disimpulkan bahwa kualitas udara di Surabaya tergolong sedang yang artinya kualitas udara di wilayah Surabaya masih dapat diterima oleh masyarakat. Namun, mungkin terdapat risiko bagi sebagian orang, terutama mereka yang sangat sensitif terhadap polusi udara.

3.4 Analisa Pengurangan Dampak Paparan PM2.5

Untuk mengurangi tingginya konsentrasi PM2.5 dapat dimulai dari hal terkecil dari diri sendiri seperti lebih mengutamakan menggunakan transportasi umum daripada transportasi pribadi, dan mengurangi aktivitas diluar ruangan jika tidak diperlukan. Jika diharuskan untuk melakukan aktivitas di luar rumah dan berpotensi terpapar dengan polutan maka terdapat beberapa cara yang bisa dilakukan untuk mengurangi paparan PM2.5 seperti menggunakan masker yang sesuai, karena PM2.5 masuk kedalam tubuh melalui hidung dan mulut. Menggunakan alat *filtered air* didalam ruangan. Hindari juga wilayah dengan konsentrasi PM2.5 yang tinggi dengan melihat public information indeks kualitas udara seperti aplikasi yang telah dikeluarkan oleh Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan yakni ISPU.net atau melalui web IQAir.

4. Kesimpulan

Pada tiga titik lokasi di Surabaya dengan pemantauan yang dilakukan selama 7 hari 24 jam, mendapatkan pola lonjakan kadar PM2.5 aktivitas yang sama. Peningkatan partikulat PM2.5 dimulai pada pukul 6.00 WIB – 8.00 WIB, hal ini bisa disebabkan oleh aktivitas kendaraan yang digunakan oleh

masyarakat untuk melakukan kegiatannya seperti perjalanan masuk sekolah, kantor dan jam dimana masyarakat memulai harinya, di Surabaya sendiri rata-rata aktivitas sekolah maupun kerja dimulai pukul 07.00 WIB – 08.00 WIB. Selama pemantauan yang dilakukan selama 7 hari juga didapatkan lonjakan kadar PM2.5 tertinggi terjadi di hari Sabtu. Hal ini bisa disebabkan karena hari Sabtu merupakan hari libur atau awal weekend dimana hari yang bagus untuk berangkat berlibur dan hari untuk melepas penat dengan bermain bersama teman maupun keluarga.

Melihat data perhitungan ISPU dan NAAQS diatas kualitas udara ambien Surabaya memiliki perbedaan kategori, menurut standar ISPU masih tergolong sedang akan tetapi menurut Standard NAAQS tergolong tidak sehat untuk kelompok masyarakat yang sensitif perbedaan ini disebabkan oleh US-EPA yang memiliki standar batas PM2.5 yang lebih ketat daripada ISPU.

Masyarakat Surabaya sebaiknya tetap harus berhati-hati, bagaimanapun kategori sedang saja sudah cukup menunjukkan jika kualitas udara tidak cukup baik untuk kesehatan kita, sebaiknya masyarakat dihimbau agar menggunakan masker agar dapat mengurangi dampak yang diberikan oleh PM2.5 atau kacamata agar melindungi mata kita.

5. Referensi

- [1] Badan Pusat Statistik, “Statistik Daerah Kota Surabaya 2022.”
- [2] P. R. Indonesia, *PP Nomor 22 Tahun 2021 tentang Pedoman Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*, vol. 1, no. 078487A. 2021. [Online]. Available: <http://www.jdih.setjen.kemendagri.go.id/>
- [3] Y. Q. Wang, X. Y. Zhang, J. Y. Sun, X. C. Zhang, H. Z. Che, and Y. Li, “Spatial and temporal variations of the concentrations of PM10, PM2.5 and PM1 in China,” *Atmos. Chem. Phys.*, vol. 15, no. 23, pp. 13585–13598, 2015, doi: 10.5194/acp-15-13585-2015.
- [4] N. A. H. Janssen, P. Fischer, M. Marra, C. Ameling, and F. R. Cassee, “Short-term effects of PM2.5, PM10 and PM2.5-10 on daily mortality in the Netherlands,” *Sci. Total Environ.*, vol. 463–464, pp. 20–26, 2013, doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.05.062.
- [5] R. K. Haryo Putro, A. Amalia, and N. Hendrasarie, “Pengaruh Luas Ruang Terbuka Hijau Terhadap Penurunan No2 Berdasarkan Nilai Total Kolom Citra Satelit Gome 2 Metop-B,” *J. Envirotek*, vol. 13, no. 2, pp. 108–113, 2021, doi: 10.33005/envirotek.v13i2.171.
- [6] J. Tao *et al.*, “PM2.5 pollution in a megacity of Southwest China: Source apportionment and implication,” *Atmos. Chem. Phys.*, vol. 14, no. 16, pp. 8679–8699, 2014, doi: 10.5194/acp-14-8679-2014.
- [7] R. Li, X. Kou, L. Xie, F. Cheng, and H. Geng, “Effects of ambient PM2.5 on pathological injury, inflammation, oxidative stress, metabolic enzyme activity, and expression of c-fos and c-jun in lungs of rats,” *Environ. Sci. Pollut. Res.*, vol. 22, no. 24, pp. 20167–20176, 2015, doi: 10.1007/s11356-015-5222-z.
- [8] S. Feng, D. Gao, F. Liao, F. Zhou, and X. Wang, “The health effects of ambient PM2.5 and potential mechanisms,” *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, vol. 128, pp. 67–74, 2016, doi: 10.1016/j.ecoenv.2016.01.030.
- [9] Hananto, Valentinus Roby, and I. G. N. A. W. Putra. "A Dashboard System for Monitoring Air Pollution in Surabaya based on PM2. 5." *Journal of Information Systems Engineering and Business Intelligence* 4.2 (2018): 139-147.
- [10] L. Samek, Z. Stegowski, L. Furman, K. Styszko, K. Szramowiat, and J. Fiedor, “Quantitative Assessment of PM2.5 Sources and Their Seasonal Variation in Krakow,” *Water. Air. Soil Pollut.*, vol. 228, no. 8, 2017, doi: 10.1007/s11270-017-3483-5.
- [11] M. R. Hendianto and N. Hendrasarie, “Kemampuan Filter Rokok Non-Pakai Sebagai Adsorben Dalam Mengurangi Gas Emisi CO Dan HC,” *J. Serambi Eng.*, vol. 5, no. 4, pp. 1427–1433, 2020, doi: 10.32672/jse.v5i4.2355.
- [12] E. F. Ahmad and M. Santoso, “Analisis Karakterisasi Konsentrasi dan Komposisi Partikulat Udara (Studi Case : Surabaya),” *J. Kim. Val.*, vol. 2, no. 2, pp. 97–103, 2016, doi: 10.15408/jkv.v2i2.3602.
- [13] A. H. Al-hakim, “Evaluasi Efektivitas Tanaman Dalam Mereduksi Polusi Berdasarkan Karakter Fisik Pohon Pada Jalur Hijau Jalan Pajajaran Bogor,” *Libr. IPB Univ.*, p. 84, 2014, [Online]. Available: <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/73578>
- [14] Y. Serlina, “Pengaruh Faktor Meteorologi Terhadap Konsentrasi NO2 di Udara Ambien (Studi Kasus Bundaran Hotel Indonesia DKI Jakarta),” *J. Serambi Eng.*, vol. 5, no. 3, 2020, doi: 10.32672/jse.v5i3.2146.

-
- [15] N. Hendrasarie, “Kajian Efektifitas Tanaman Dalam Menjerap Kandungan Pb Di Udara,” *J. Rekayasa Perenc.*, vol. 3, no. 2, pp. 1–15, 2007.
- [16] K. D. Sepriani, A. Turyanti, and M. Kudsy, “Sebaran Partikulat (Pm10) Pada Musim Kemarau Di Kabupaten Tangerang Dan Sekitarnya,” *J. Sains Teknol. Modif. Cuaca*, vol. 15, no. 2, p. 89, 2014, doi: 10.29122/jstmc.v15i2.2675.