

Analisis Data Partikulat (PM_{2.5}) dalam Pengembangan Purwarupa Aplikasi Pelatihan Olahraga Kesehatan dengan Sistem Penunjang Keputusan

Wandy Wandy^{1*}, Muhammad Agni Catur Bhakti¹, Tika Endah Lestari²

¹Program Studi Ilmu Komputer, Universitas Sampoerna, Jakarta Selatan 12780, Indonesia

²Program Studi Teknik Industri, Universitas Sampoerna, Jakarta Selatan 12780, Indonesia

¹wandy.wandy@sampoernauniversity.ac.id

Abstrak

Partikulat (PM_{2.5}) merupakan 1 dari 7 parameter yang digunakan pada Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) di Indonesia. Data ini diperlukan dalam mengembangkan sebuah sistem purwarupa yang dibantu dengan Sistem Penunjang Keputusan (SPK) untuk kebutuhan pelatihan olahraga dan kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan nilai Partikulat (PM_{2.5}) di udara antara *Indoor* dan *Outdoor*, apakah nilai PM_{2.5} *Indoor* lebih besar atau sebaliknya, dan agar didapatkan tipe data variabel dan algoritma yang sesuai dalam proses pengembangan. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif pada data primer yang dikumpulkan secara berkari dengan metode pengukuran deskriptif, dan studi literatur sebagai data sekunder. Proses pengambilan sampel menggunakan teknik *cluster-sampling*. Didapati perbedaan nilai rata-rata partikulat PM_{2.5} antara *indoor* dan *outdoor* sebesar 7,27 µg/m³ dengan nilai *outdoor* lebih besar daripada *indoor*. Malam hari menjadi waktu dengan nilai partikulat PM_{2.5} tertinggi baik *indoor* (82,77±38,12 µg/m³) maupun *outdoor* (93,80±41,00 µg/m³), kedua nilai ini memiliki nilai standar deviasi yang cukup tinggi pula. Tipe dari sumber data adalah bilangan bulat positif, maka penggunaan tipe data numerik *Integer* telah sesuai kebutuhan, dan pada proses pengolahan data dapat menggunakan tipe data *float* dengan 2 desimal. Melalui metode yang telah dilakukan secara digital-manual ini, selanjutnya dapat diotomasi dengan perangkat mikrokontroler beserta sensor yang tersemat untuk pengembangan selanjutnya.

Kata kunci: Kesehatan, Partikulat, Purwarupa, Tipe Data, Sistem Penunjang Keputusan.

Abstract

Particulates (PM_{2.5}) are 1 of 7 parameters used in the Indonesia Air Pollution Standard Index. This data is needed to develop a system prototype assisted by a Decision Support System (DSS) for sports and health trainings. This research aims to determine the PM_{2.5} value in the air difference between Indoor and Outdoor, whether Indoor PM_{2.5} is more significant or vice versa, to find variable data type and algorithm to support decision support system for prototype development. This research used quantitative methods, primary data were collected independently, with descriptive measurements, and literature review were placed as secondary data. Sampling process used cluster-sampling method. It was found that the difference in the average value of PM_{2.5} was outdoor has 7.27 µg/m³ value greater than indoor. Nighttime was the time with the highest PM_{2.5} value both indoor (82.77±38.12 µg/m³) and outdoor (93.80±41.00 µg/m³), both have high standard deviation value. The source data can use Integer data type and the data processing variable can use the float data type with 2 decimal points. This digital-manual method can be later become digital-automatic with microcontroller devices and sensors embedded for future development.

Keywords: Data Type, Decision Support System, Health, Particulate, Prototype.

1. PENDAHULUAN

Kualitas udara merupakan hal yang perlu diperhatikan masyarakat, lebih khusus pada olahragawan maupun atlet yang membutuhkan asupan udara bersih guna menghasilkan performa yang baik pula.

Seperti yang tertera pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.14/MENLHK/SETJEN/KUM.1/7/2020, partikulat (PM_{2.5}) merupakan salah satu dari 7 parameter (PM₁₀, PM_{2.5}, CO, NO₂, SO₂, O₃, dan HC) yang

digunakan pada Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) di Indonesia (Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2020). Terdapat 1 parameter yang berbeda, yakni HC pada *Technical Assistance Document for the Reporting of Daily Air Quality – the Air Quality Index (AQI)* (United States Environmental Protection Agency, 2018).

Tidak hanya parameter saja, rentang yang digunakan antara ISPU RI dan US AQI juga memiliki 1 perbedaan seperti tampak pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Rentang ISPU RI dan US AQI

ISPU RI	US AQI
Baik	Good
Sedang	Moderate
Tidak Sehat	Unhealthy for Sensitive Groups
Sangat Tidak Sehat	Unhealthy
Berbahaya	Very Unhealthy
	Hazardous

Seperti tertera pada Tabel 1, RI ISPU memiliki 5 rentang yang digunakan, sementara US AQI memiliki 6 rentang. Masih pada sumber yang sama, tampak pada Tabel 2 berikut, 5 rentang yang digunakan RI ISPU memiliki nilai konversi dalam $\mu\text{g}/\text{m}^3$:

Tabel 2. Konversi $\text{PM}_{2.5}$ pada RI ISPU

ISPU RI	Konversi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Baik	15,5
Sedang	55,4
Tidak Sehat	150,4
Sangat Tidak Sehat	250,4
Berbahaya	500

Data ini diperlukan dalam mengembangkan sebuah sistem purwarupa yang didukung dengan sistem penunjang keputusan untuk kebutuhan pelatihan olahraga dan kesehatan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan nilai Partikulat ($\text{PM}_{2.5}$) di udara antara *Indoor* dan *Outdoor*, apakah nilai $\text{PM}_{2.5}$ *Indoor* lebih besar atau sebaliknya. Selain itu, perlu didapatkan tipe data yang sesuai pada penggunaan variabel dan algoritma saat mengembangkan fitur sistem penunjang

keputusan pada saat membangun purwarupa aplikasi.

2. METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah kuantitatif dalam pengumpulan data, menggunakan data primer yang dikumpulkan dan dikelola internal secara mandiri, dan pengukuran yang dilakukan secara deskriptif. Proses pengambilan sampel menggunakan teknik *cluster-sampling*, data yang telah dihimpun merupakan hasil observasi 4 kali dalam sehari, selama 1 bulan pada bulan Juni 2020.

Gambar 1 berikut menunjukkan diagram alur proses penelitian berlangsung:



Gambar 1. Diagram Alur Proses Penelitian

Persiapan penelitian dimulai dengan menyiapkan sensor yang digunakan untuk merekam data partikulat ($\text{PM}_{2.5}$), menyiapkan sebuah formulir elektronik guna memudahkan perekaman data, menentukan area data yang diambil dan rentang perekaman.

Sensor yang digunakan adalah sensor digital-manual untuk dapat merekam data partikulat ($\text{PM}_{2.5}$) saja di satuan $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Sebuah sensor digital dipilih guna mendapatkan jenis data yang mudah dikenali saat implementasi menggunakan perangkat IoT di kemudian hari, dan akurat dalam perekaman data.

Berikut pada Gambar 2, menunjukkan sensor yang digunakan selama penelitian berlangsung.



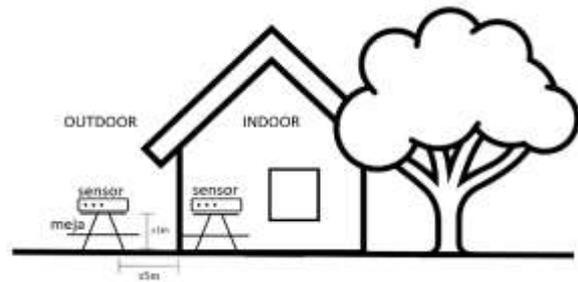
Gambar 2. Sensor yang Digunakan saat Pengambilan Data PM_{2.5} Outdoor

Sensor yang tertera pada Gambar 2 ini kemudian diletakkan di dalam dan luar ruangan sebagai bagian dari pengaturan pengambilan data. Lokasi perekaman data dilakukan hanya di 1 lokasi tetap dan tidak berpindah baik *Indoor* maupun *Outdoor*, bertempat di Kecamatan Ciracas, Jakarta Timur. Periode perekaman berlangsung selama 1 bulan di periode Juni 2020 .

Pengambilan data yang dilakukan penelitian ini serupa dengan penelitian Virgianto et al., (2019) yang memperoleh data dari 2 titik pengamatan di Jakarta Pusat dan Jakarta Selatan. Demikian juga dengan penelitian Sembiring (2020) yang memperoleh data dari 1 lokasi di Mangga Dua (Jakarta). Perbedaan lebih kepada metode pengambilan dan sumber data.

Jakarta menjadi area yang menarik untuk diteliti terkait dengan kualitas udara. Demikian juga penelitian yang dilakukan oleh Widodo (2020), yang mengambil lokasi Ancol, Monas, dan Glodok, menggunakan perbandingan konsentrasi *Suspended Particulate Matter* (SPM). Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak yang memperhatikan kualitas udara Jakarta terkait dengan kesehatan warga.

Gambar 3 berikut menunjukkan pengaturan pengambilan data dan peletakan sensor selama penelitian berlangsung yang menggunakan pendekatan serupa dengan Yang et. Al (2021), adapun penelitian ini memposisikan sensor kurang lebih 1 meter di atas permukaan tanah baik *indoor* maupun *outdoor*, dan posisi sensor *outdoor* kurang lebih 5 meter dari rumah:



Gambar 3. Pengaturan Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan setelah sensor diaktifkan minimum 60 detik, perekaman data dengan dokumentasi diambil dengan pengambilan foto sensor agar terekam sempurna dikarenakan nilai yang tertera pada sensor berubah sangat dinamis.

Sebuah formulir elektronik dibangun guna memudahkan proses perekaman data. Teknologi Google Formulir digunakan karena kemudahan dalam penggunaan dan pengembangan, serta formulir dengan antarmuka yang responsif memudahkan perekaman data dengan penggunaan ponsel pintar. Studi literatur dilakukan dari beberapa artikel situs web, prosiding maupun jurnal. Perekaman data dilakukan 4 kali dalam sehari, yakni pagi, siang, sore dan malam, *indoor* dan *outdoor*.



Gambar 2. Diagram Alur Perekaman Data

Dari hasil perekaman data selama 1 bulan di bulan Juni 2020 menggunakan Google Formulir, didapatkan hasil sebanyak 240 data untuk kemudian dapat dibahas dan diteliti. Data yang tersedia pada Google Formulir kemudian di ekspor untuk dapat diunduh.

Data yang terunduh dalam format CSV (*comma separated values*), kemudian diimpor pada aplikasi lembar kerja Microsoft Excel untuk kemudian data dirapikan dan dianalisa. Data dikelompokkan menjadi 2 katagori utama, yakni *Indoor* dan *Outdoor*. Kemudian di keduanya dikelompokkan kembali menjadi katagori waktu, yaitu Pagi, Siang, Sore, dan Malam.

Gambar 4 berikut ini adalah 10 hari data PM_{2.5} pada aplikasi lembar kerja Microsoft Excel yang telah dikelompokkan dan dirapikan:

TANGGAL	PM _{2.5} INDOOR (µg/m ³)				PM _{2.5} OUTDOOR (µg/m ³)			
	Pagi	Siang	Sore	Malam	Pagi	Siang	Sore	Malam
01/06/20	48	34	35	37	57	45	63	60
02/06/20	20	37	36	33	23	38	37	41
03/06/20	56	37	37	62	50	46	37	77
04/06/20	48	20	20	37	46	21	21	44
05/06/20	42	35	111	80	48	62	91	184
06/06/20	83	66	22	27	102	69	29	48
07/06/20	88	54	51	82	107	93	43	93
08/06/20	78	45	31	104	77	64	76	141
09/06/20	79	47	30	83	94	48	41	118
10/06/20	79	46	39	81	73	46	46	87

Gambar 4. Tangkapan Layar Data PM_{2.5}

Tertera pada Gambar 4 bahwa data PM_{2.5} adalah numerik positif tanpa desimal. Demikian pula dari observasi yang dilakukan pada situs resmi ISPU.net, bahwa angka maksimal yang ditemukan untuk PM_{2.5} selama observasi berlangsung adalah 109 µg/m³ di Jakarta Timur (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, n.d.), pada situs ini juga ditemukan data merupakan numerik positif tanpa desimal.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data-data yang telah terhimpun, dirapikan, dan dikelompokkan pada aplikasi Microsoft Excel kemudian dituangkan dalam bentuk Grafik Garis guna memudahkan penganalisaan. Masing-masing data baik Pagi, Siang, Sore, dan Malam ditampilkan pada Grafik Garis yang ditambahkan dengan data *Simple Moving Average* yang dibubuhkan dengan warna berbeda agar kontras dan mudah dikenali.

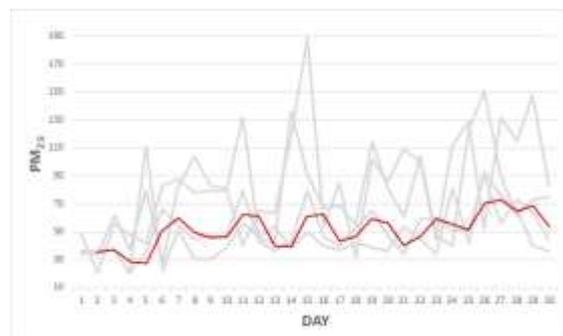
Simple Moving Average digunakan untuk menganalisa pergerakan data kualitas udara baik *Indoor* maupun *Outdoor* dari hari ke hari dengan formula sebagai berikut:

$$SMA = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_i \dots\dots\dots (1)$$

keterangan:

SMA = *Simple Moving Average*
A_i = *Nilai Simple Moving Average ke - i*
i = *Jumlah Sample*

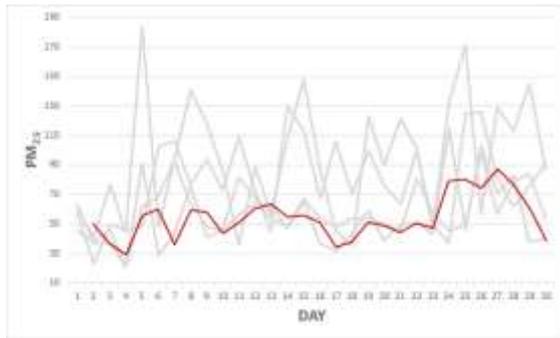
Adapun Jumlah *Sample (i)* yang digunakan yakni 2 agar pergerakan dapat mudah dianalisa dengan rentang yang dekat. Seperti yang tampak pada Gambar 5 berikut ini, data-data PM_{2.5} *Indoor* Pagi, Siang, Sore, dan Malam dalam µg/m³ tampak pada garis abu-abu:



Gambar 5. Data PM_{2.5} *Indoor* dalam µg/m³

Garis yang berwarna merah tua menunjukkan nilai *Simple Moving Average* dari 4 waktu pengambilan data dari tanggal 1 hingga 30. Tampak pada Gambar 5 bahwa nilai *Simple Moving Average* lebih stabil. Adapun bila ditarik garis tren linier, meskipun tidak diterakan pada grafik ditemukan bahwa terjadi peningkatan nilai PM_{2.5} *Indoor* cenderung meningkat dari awal menuju akhir bulan Juni 2020.

Metode serupa juga kemudian dilakukan pada PM_{2.5} *Outdoor*, data 30 hari selama bulan Juni juga dianalisa untuk waktu yang sama Pagi, Siang, Sore, dan juga Malam dituangkan juga pada grafik dengan garis abu-abu dan tampak pada Gambar 6 berikut ini:



Gambar 6. Data PM_{2.5} Outdoor dalam µg/m³

Garis berwarna abu-abu juga merupakan representasi data tiap waktu yang tampak sangat fluktuatif dan berbeda di setiap hari. Garis merah tua juga merupakan Simple Moving Average dari ke-4 waktu. Bila dibandingkan dengan Indoor, didapati data Sample Moving Average Outdoor ini lebih fluktuatif dan memiliki simpangan data yang lebih lebar. Serupa dengan Indoor, bila ditarik pula garis tren linier juga ditemukan garis tren yang juga cenderung meningkat juga di setiap hari.

Data rata-rata PM_{2.5} Indoor dan Outdoor dalam µg/m³ kemudian disandingkan dengan menjadikan nilai Indoor menjadi 0 dan datar dengan cara mengurangnya guna mendapatkan gambaran untuk perbedaan dengan Outdoor untuk kemudahan proses analisa. Tertera pada Gambar 7 berikut bahwa nilai Outdoor cenderung lebih tinggi bila dibandingkan dengan nilai Indoor, data Indoor direpresentasikan sebagai data datar dengan warna abu-abu dengan data Outdoor dengan warna merah tua guna memudahkan dalam menelaah perbedaan di antara keduanya.



Gambar 7. Perbandingan Data PM_{2.5} Indoor dan Outdoor dalam µg/m³

Nilai Outdoor ditemukan lebih banyak di atas bila dibandingkan nilai Indoor dengan hanya 3 kali ditemukan di bawah nilai Indoor. Tampak perbedaan yang signifikan di antara keduanya.

Bila diambil garis tren linier, didapat bahwa nilai Outdoor cenderung menurun mendekati garis Indoor didapatkan:

$$y = -0.3365x + 12.482 \quad \dots\dots\dots (2)$$

keterangan:

y = Nilai PM_{2.5}
x = Tanggal

PM_{2.5} merupakan 1 dari beberapa parameter dari ISPU yang secara tidak langsung menunjukkan kualitas udara. Menarik untuk diteliti, dikarenakan pada situs *The Inside Story: A Guide to Indoor Air Quality* bahwa udara Indoor dapat lebih tercemar bila dibandingkan dengan udara Outdoor di kota-kota terbesar (United States Environmental Protection Agency, 2021).

Usai divisualisasikan dalam bentuk grafik, data yang sama kemudian diterakan dalam bentuk tabel yang lebih sederhana dengan menyajikan rata-rata Indoor dan Outdoor dengan waktu Pagi, Siang, Sore, dan Malam beserta standar deviasi. Tabel 3 berikut ini menunjukkan perbandingan antara data tersebut:

Tabel 3. Perbandingan PM_{2.5} Indoor-Outdoor

	INDOOR (µg/m ³)	OUTDOOR (µg/m ³)
Pagi	75,93 ± 31,09	79,23 ± 27,93
Siang	51,13 ± 15,46	58,73 ± 16,75
Sore	47,23 ± 19,92	54,37 ± 21,58
Malam	82,77 ± 38,12	93,80 ± 41,00

Pada data yang tertera pada tabel terlihat bahwa kualitas udara Indoor lebih baik dari pada Outdoor di 4 waktu pengambilan data. Nilai standar deviasi data tampak besar, seperti fluktuasi data yang tampak pada Gambar 5 dan Gambar 6 sebelumnya, perlu diteliti lebih lanjut mengenai hal ini. Kecepatan angin dan temperatur yang tinggi mempengaruhi peningkatan PM Indoor dan Outdoor, tetapi tidak ditemukan korelasi yang signifikan antara PM dengan kelembaban (Nadali et al., 2020).

Kemudian kualitas udara Sore hari adalah yang terbaik bila dibandingkan satuan waktu lainnya baik Indoor maupun Outdoor. Nilai Indoor-Outdoor ini juga menarik untuk dibandingkan dengan penelitian oleh Sembiring, E. T. (2020)

yang dipakai untuk menganalisis risiko kesehatan.

Berdasarkan data yang berhasil dihimpun, sumber data adalah bilangan bulat positif yang diasumsikan tidak lebih dari angka 500, untuk itu tipe data yang digunakan pada bahasa pemrograman dan basis data dapat berupa tipe data Integer. Guna mendapatkan rata-rata nilai pada rentang waktu tertentu, ataupun nilai standar deviasi, hasil pengolahan data akan lebih sesuai bila tipe data yang digunakan adalah tipe data *Float* dengan 2 desimal untuk mendapatkan hasil yang akurat.

Dengan mengetahui ragam nilai dari sumber data dan pengolahan, tipe data Integer dan float dengan format 2 desimal cukup untuk digunakan dalam menyajikan data pada pengembangan purwarupa Sistem Penunjang Keputusan Pelatihan Olahraga dan Kesehatan dengan penyajiannya pada bentuk diagram maupun tabel.

4. KESIMPULAN

Pada penelitian kali ini telah didapat tujuan dari penelitian, yakni data partikulat $PM_{2.5}$ berupa bilangan bulat positif. Saat implementasi pada basis data dapat menggunakan tipe data numerik dan *Integer* sebagai sumber data, serta tipe data numerik dan *Float* 2 desimal dalam pengolahan data.

Perbedaan rata-rata data partikulat $PM_{2.5}$ antara *Indoor* dan *Outdoor* sebesar $7,27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dengan nilai *Outdoor* lebih besar daripada *Indoor*. Informasi ini dapat menjadi nilai yang dapat membantu memvalidasi di tiap perekaman data partikulat $PM_{2.5}$ *Indoor* dan *Outdoor* di kemudian hari.

Dapat ditarik kesimpulan juga bahwa malam hari menjadi waktu dengan nilai partikulat $PM_{2.5}$ tertinggi baik *Indoor* maupun *Outdoor*, dengan nilai $82,77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada *Indoor* dan $93,80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada *Outdoor*. Namun demikian kedua nilai ini juga memiliki nilai standar deviasi yang cukup tinggi pula.

REKOMENDASI

Perlu dianalisa lebih lanjut keterkaitan nilai partikulat $PM_{2.5}$ saat hujan dan tidak hujan berlangsung, apakah memiliki nilai perbedaan yang signifikan.

Nilai data seperti partikulat $PM_{2.5}$ ini dapat juga direkam dengan perangkat IoT melalui sensor yang tersemat lalu secara otomatis menyimpannya pada sebuah basis data bersama dengan data lingkungan lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Dewacorp Australia yang telah membantu penelitian dengan meminjamkan sensor dan piranti lunak pendukung selama penelitian ini berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (n.d.). *ISPU net*. Retrieved October 4, 2021, from <https://ispu.menlhk.go.id/map.html>
- Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2020). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.14/MENLHK/SETJEN/KUM.1/7/2020 tentang Indeks Standar Pencemar Udara*. Retrieved June 28, 2021, from http://jdih.menlhk.co.id/uploads/files/P_14_2020_ISPU_menlhk_07302020074834.pdf
- Nadali, A., Arfaenia, H., Asadgol, Z., & Fahimini. (2020). Indoor and outdoor concentration of PM_{10} , $PM_{2.5}$ and PM_{1} in residential building and evaluation of negative air ions (NAIs) in indoor PM removal. *Environmental Pollutants and Bioavailability*, 32(1), 47-55. doi:10.1080/26395940.2020.1728198
- Sembiring, E. T. (2020). RISIKO KESEHATAN PAJANAN $PM_{2.5}$ DI UDARA AMBIEN PADA PEDAGANG KAKI LIMA DI BAWAH FLYOVER PASAR PAGI ASEMKA JAKARTA. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 26(1), 101-120. doi:10.5614/j.tl.2020.26.1.7
- United States Environmental Protection Agency. (2018). *Technical Assistance Document for the Reporting of Daily Air Quality – the Air Quality Index (AQI)*. Retrieved October 4, 2021, from <https://www.airnow.gov/sites/default/files/2020-05/aqi-technical-assistance-document-sept2018.pdf>

- United States Environmental Protection Agency. (2021). *The Inside Story: A Guide to Indoor Air Quality*. Retrieved October 4, 2021, from <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/inside-story-guide-indoor-air-quality>
- Virgianto, R. H., & Akbar, D. (2019). ANALISIS KONSENTRASI PM2.5 SELAMA PENYELENGGARAAN ASIAN GAMES KE-18 DI JAKARTA. *Statmat: Jurnal Statistika dan Matematika*, 1(1).
doi:10.32493/sm.v1i1.2370
- Widodo, J. (2020). Analisis Perbandingan Konsentrasi Suspended Particulate Matter (SPM) di Tiga Wilayah di Jakarta Periode Tahun 2006–2019. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 7(3), 108–116.
doi:10.21776/ub.jsal.2020.007.03.3
- Yang, F., Liu, C., & Qian, H. (2021). Comparison of indoor and outdoor oxidative potential of PM2.5: pollution levels, temporal patterns, and key constituents. *Environment International*, 155, 106684.
doi:10.1016/j.envint.2021.106684