

Analisis Kualitas Kesehatan Lingkungan Udara dengan Parameter PM_{2,5} dan PM₁₀ berdasarkan Wilayah dan Waktu di DKI Jakarta

Rusman Efendi^{1*}

¹ Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Indonesia

Jl. K.H. Ahmad Dahlan, Cireundeu, Kecamatan Ciputat Timur, Kota Tangerang Selatan, Banten 15419, Indonesia

Email: rusman.efendi@umj.ac.id

* Corresponding author

Article Info

Keywords:

PM_{2.5};

PM₁₀;

Air quality;

Environmental

health;

DKI Jakarta;

Abstract

Analysis of Air Environmental Health Quality Based on PM_{2.5} and PM₁₀ Concentrations Across Regions and Time Periods in DKI Jakarta

Background: Air quality is an important environmental determinant of public health, particularly due to exposure to particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀). **Objective:** This study aimed to analyze air quality based on PM_{2.5} and PM₁₀ concentrations across regions and time periods in the Special Capital Region of Jakarta (DKI Jakarta), Indonesia. **Method:** A quantitative observational study was conducted using secondary data obtained from the Jakarta Open Data Portal (Satu Data Jakarta) from December 2024 to November 2025. A total of 1,561 observations from five air quality monitoring stations were analyzed using descriptive statistics and Analysis of Variance (ANOVA). **Results:** Average PM_{2.5} and PM₁₀ concentrations of 68.86 µg/m³ and 44.66 µg/m³, respectively. Significant differences in PM_{2.5} and PM₁₀ concentrations were found across regions and months ($p < 0.05$), but not across days of observation ($p > 0.05$). East Jakarta recorded the highest PM₁₀ concentration, while West Jakarta had the highest PM_{2.5} concentration. Particulate levels peaked in June and were lowest in January and November. **Conclusion:** The average PM_{2.5} concentration exceeded both the Indonesian national standard and the WHO guideline, indicating that PM_{2.5} remains a major air quality concern in DKI Jakarta. Strengthened emission control measures are therefore needed to improve air quality and protect public health.

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Received 29/06/2026

Revised 03/07/2026

Accepted 02/09/2026

How to Cite:

Efendi R. Analisis Kualitas Kesehatan Lingkungan Udara dengan Parameter PM_{2,5} dan PM₁₀ berdasarkan Wilayah dan Waktu di DKI Jakarta. J. Mestahat [Internet]. 2026 Aug. 6(2):25-39. Available from: <https://doi.org/10.58185/jmestahat.v6i2.221>

PENDAHULUAN

Kualitas udara merupakan penentu penting kesehatan masyarakat, terutama di daerah perkotaan seperti Jakarta, di mana tingkat polusi sangat tinggi. Kualitas udara yang buruk, ditandai dengan peningkatan kadar polutan seperti PM_{2.5} dan PM₁₀, telah dikaitkan dengan berbagai hasil kesehatan yang merugikan, termasuk penyakit pernapasan dan kardiovaskular. Polusi udara di Jakarta secara signifikan berkontribusi terhadap gangguan pernapasan, termasuk asma, bronkitis, dan penyakit paru obstruktif kronik (PPOK). Penelitian telah menunjukkan bahwa daerah perkotaan dengan tingkat polutan yang lebih tinggi mengalami prevalensi yang lebih besar dari kondisi ini, terutama selama musim kemarau ketika kualitas udara memburuk. (1) Polutan seperti PM_{2.5} dan NO₂ terkait dengan penyakit kardiovaskular (CVD) dengan memicu peradangan sistemik dan kerusakan pembuluh darah. Hal ini terutama mengkhawatirkan bagi masyarakat berpenghasilan rendah, yang secara tidak proporsional dipengaruhi oleh CVD yang diinduksi polusi udara. (2) Polusi udara bertanggung jawab atas lebih dari 7.000 hasil kesehatan yang merugikan pada anak-anak setiap tahun di Jakarta, menyoroti kerentanan populasi yang lebih muda terhadap bahaya lingkungan. (3)

Sumber utama pencemaran udara di Jakarta berasal dari emisi kendaraan dan kegiatan industri. Ini berkontribusi secara signifikan terhadap tingkat PM_{2.5} dan PM₁₀, yang merupakan polutan kritis yang mempengaruhi kesehatan Masyarakat. (1,4) Tingkat polusi udara di Jakarta menunjukkan fluktuasi temporal, dengan konsentrasi yang lebih tinggi diamati pada hari kerja dibandingkan akhir pekan. Pola ini mencerminkan pengaruh aktivitas manusia sehari-hari terhadap kualitas udara. (4) Materi partikulat dengan diameter kurang dari 2,5 mikrometer. menembus jauh ke dalam paru-paru dan memasuki aliran darah, menyebabkan masalah kesehatan yang parah. PM_{2.5} terutama dipancarkan dari proses pembakaran, termasuk emisi kendaraan, kegiatan industri, dan pembakaran biomassa. (5) Materi partikulat dengan diameter kurang dari 10 mikrometer, meskipun lebih besar dari PM_{2.5}, PM₁₀ masih dapat menyebabkan masalah pernapasan karena dapat dihirup ke paru-paru. Sumbernya meliputi debu jalan, kegiatan konstruksi, dan sumber alam seperti serbuk sarang. (6)

Paparan PM_{2.5} dan PM₁₀ dikaitkan dengan berbagai penyakit. Polutan ini memperburuk kondisi kesehatan yang ada dan dapat menyebabkan kematian dini. (3,7) Anak-anak, orang tua, dan individu dengan kondisi kesehatan yang sudah ada sebelumnya sangat rentan terhadap efek buruk dari paparan PM. Paparan yang berkepanjangan dapat menyebabkan penurunan kesehatan yang signifikan pada kelompok ini. (7) Dampak kesehatan dari PM_{2.5} dan PM₁₀ juga diterjemahkan ke dalam biaya ekonomi yang besar karena peningkatan biaya perawatan kesehatan dan hilangnya produktivitas. Di Jakarta, biaya tahunan dampak

kesehatan dari polusi udara diperkirakan mencapai miliaran dolar. (3) Jakarta, khususnya wilayah timur, merupakan wilayah dengan konsentrasi PM_{2.5} dan PM₁₀ tertinggi di Indonesia. Variasi musiman dan faktor meteorologi seperti kecepatan angin dan curah hujan mempengaruhi konsentrasi ini. (6)

Pemantauan kualitas udara ambien di kawasan lalu lintas tinggi dan komersial seperti Bundaran HI dan Kelapa Gading menunjukkan konsentrasi PM_{2.5} sering melampaui standar pemerintah, dengan karbon hitam juga berkontribusi signifikan terhadap tingkat polusi. (8) Urbanisasi kota yang cepat dan ketergantungan yang tinggi pada transportasi pribadi memperburuk tingkat polusi ini. (9) Faktor meteorologi seperti suhu dan kelembaban juga memainkan peran penting dalam penyebaran dan konsentrasi PM_{2.5}, dengan variasi spasial dan temporal yang diamati di berbagai wilayah. (10) Dampak kesehatan ini terutama mengkhawatirkan bagi populasi yang rentan, seperti anak-anak, yang organ perkembangannya lebih rentan terhadap polutan. (9,11)

Meskipun berbagai penelitian telah mengkaji pencemaran udara di Jakarta dan dampaknya terhadap kesehatan, analisis variasi konsentrasi PM_{2.5} dan PM₁₀ secara komprehensif berdasarkan wilayah dan waktu masih terbatas. Sebagian penelitian sebelumnya hanya berfokus pada lokasi atau faktor tertentu. Oleh karena itu, analisis spasial dan temporal pada beberapa lokasi pemantauan diperlukan untuk mengidentifikasi perbedaan tingkat pencemaran antarwilayah dan pola perubahannya sebagai dasar pengendalian pencemaran udara yang lebih tepat sasaran. Penelitian bertujuan untuk menganalisis kualitas kesehatan lingkungan udara berdasarkan konsentrasi PM_{2.5} dan PM₁₀ menurut wilayah dan waktu di DKI Jakarta.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif observasional dengan desain studi ekologi analitik. Data yang digunakan merupakan data sekunder (dataset open data, portal Satu Data Jakarta) dari Dinas Komunikasi, Informatika dan Statistik Provinsi DKI Jakarta selama periode Desember 2024 hingga November 2025. (12) Data penelitian berasal dari lima stasiun pemantauan kualitas udara yang mewakili lima wilayah administrasi DKI Jakarta, yaitu Stasiun Bundaran HI (Jakarta Pusat), Stasiun Kelapa Gading (Jakarta Utara), Stasiun Jagakarsa (Jakarta Selatan), Stasiun Lubang Buaya (Jakarta Timur), dan Stasiun Kebun Jeruk (Jakarta Barat). Variabel dependen dalam penelitian ini adalah konsentrasi PM_{2.5} dan PM₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), sedangkan variabel independen meliputi wilayah pemantauan, bulan pengamatan, dan hari pengamatan.

Populasi penelitian adalah seluruh data hasil pemantauan kualitas udara PM_{2.5} dan PM₁₀ yang tersedia selama periode Desember 2024 hingga November 2025. Sampel penelitian ditentukan menggunakan teknik total sampling, yaitu seluruh data yang memenuhi kriteria kelengkapan data dianalisis. Jumlah sampel yang digunakan sebanyak 1.561 data pengamatan yang terdiri dari 353 sampel pada Stasiun Bundaran HI, 235 sampel pada Stasiun Kelapa Gading, 344 sampel pada Stasiun Jagakarsa, 326 sampel pada Stasiun Lubang Buaya, dan 303 sampel pada Stasiun Kebun Jeruk.

Data yang diperoleh dilakukan proses editing, cleaning, coding, dan tabulasi sebelum dianalisis. Analisis univariat digunakan untuk menggambarkan distribusi konsentrasi PM_{2.5} dan PM₁₀ berdasarkan wilayah dan waktu melalui nilai rata-rata, standar deviasi, nilai minimum, dan maksimum. Selanjutnya, analisis bivariat menggunakan uji Analysis of Variance (ANOVA) untuk mengetahui perbedaan rata-rata konsentrasi PM_{2.5} dan PM₁₀ berdasarkan wilayah, bulan, dan hari pengamatan. Sebelum dilakukan analisis, data diuji normalitas dan homogenitas varians dengan tingkat signifikansi sebesar 5%. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan gambar.

HASIL

Berdasarkan hasil penelitian yang disajikan pada Tabel 1 rata-rata konsentrasi PM_{2.5} di DKI Jakarta selama periode pengamatan sebesar 68,86 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Nilai tersebut melampaui baku mutu harian PM_{2.5} yang ditetapkan dalam PP Nomor 22 tahun 2021(13) sebesar 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ serta jauh melebihi pedoman kualitas udara WHO tahun 2021 sebesar 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. (14) Temuan ini menunjukkan bahwa pencemaran partikulat halus masih menjadi permasalahan kualitas udara yang perlu mendapat perhatian serius karena berpotensi menimbulkan dampak kesehatan masyarakat.

Tabel 1. Rata-rata PM_{2.5}, dan PM₁₀ di DKI Jakarta Tahun 2025

Parameter	Rata-rata penelitian ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PP No. 22 Tahun 2021(13) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	WHO AQG 2021(14) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
PM _{2.5}	68,86	55	15
PM ₁₀	44,66	75	45

Keterangan: Hasil pengolahan dataset Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) di Provinsi DKI Jakarta tahun 2025

Sementara itu, rata-rata konsentrasi PM₁₀ sebesar 44,66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ masih berada di bawah baku mutu harian PP Nomor 22 tahun 2021 (13) sebesar 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Namun, nilai tersebut hampir mencapai pedoman WHO tahun 2021 sebesar 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. (14) Kondisi ini menunjukkan bahwa meskipun konsentrasi PM₁₀ masih memenuhi standar nasional, kualitas udara di DKI Jakarta tetap memerlukan upaya pengendalian untuk mencapai standar kesehatan yang lebih ketat sesuai rekomendasi WHO.

Konsentrasi PM_{2.5} dan PM₁₀ berdasarkan Wilayah di DKI Jakarta

Tabel 2 menunjukkan distribusi konsentrasi PM_{2.5} dan PM₁₀ berdasarkan wilayah pemantauan di DKI Jakarta. Rata-rata konsentrasi PM₁₀ tertinggi ditemukan di Jakarta Timur (52,84 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), diikuti Jakarta Utara (47,57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), Jakarta Pusat (45,52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), Jakarta Selatan (42,77 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), dan Jakarta Barat (34,78 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Secara keseluruhan, rata-rata konsentrasi PM₁₀ di DKI Jakarta sebesar 44,66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Hasil uji ANOVA menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan pada rata-rata konsentrasi PM₁₀ antarwilayah ($F=58,244$; $p<0,001$).

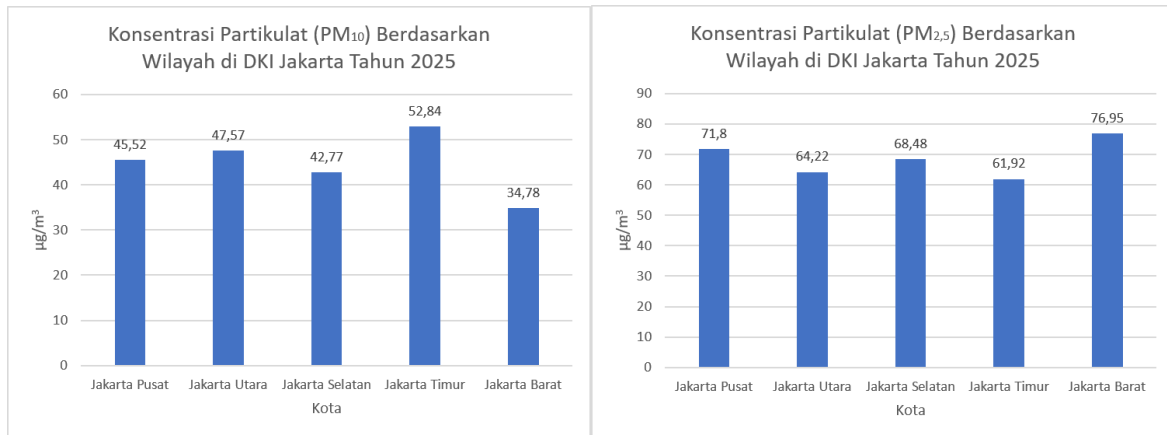
Untuk PM_{2.5}, rata-rata konsentrasi tertinggi ditemukan di Jakarta Barat (76,95 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), diikuti Jakarta Pusat (71,80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), Jakarta Selatan (68,48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), Jakarta Utara (64,22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), dan Jakarta Timur (61,92 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Rata-rata konsentrasi PM_{2.5} di seluruh wilayah DKI Jakarta sebesar 68,86 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Hasil uji ANOVA menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada konsentrasi PM_{2.5} antarwilayah ($F=18,930$; $p<0,001$).

Tabel 2. Hasil uji Anova PM2.5, dan PM10 berdasarkan wilayah di DKI Jakarta

	Variable	N	Mean ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Minimum ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Maximum ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nilai
PM10	Jakarta Pusat	353	45.52	14	73	Sig = 0.000 F = 58.244
	Jakarta Utara	235	47.57	13	87	
	Jakarta Selatan	344	42.77	14	93	
	Jakarta Timur	326	52.84	15	97	
	Jakarta Barat	303	34.78	5	79	
	Total	1561	44.66	5	97	
PM2.5	Jakarta Pusat	353	71.80	10	118	Sig = 0.000 F = 18.930
	Jakarta Utara	235	64.22	15	129	
	Jakarta Selatan	344	68.48	10	133	
	Jakarta Timur	326	61.92	12	140	
	Jakarta Barat	303	76.95	20	142	
	Total	1561	68.86	10	142	

Keterangan: Hasil pengolahan dataset Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) di Provinsi DKI Jakarta tahun 2025

Gambar 1 memperlihatkan adanya variasi spasial konsentrasi PM_{2.5} dan PM₁₀ antarwilayah di DKI Jakarta. Jakarta Timur memiliki konsentrasi PM₁₀ tertinggi, sedangkan Jakarta Barat menunjukkan konsentrasi PM_{2.5} tertinggi. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa karakteristik sumber pencemar dan aktivitas antropogenik di masing-masing wilayah berkontribusi terhadap variasi kualitas udara.



Gambar 1. Konsentrasi PM₁₀ dan PM_{2.5} berdasarkan wilayah di DKI Jakarta

Konsentrasi PM_{2.5} dan PM₁₀ berdasarkan Bulan di DKI Jakarta

Tabel 3 menunjukkan distribusi konsentrasi PM_{2.5} dan PM₁₀ berdasarkan bulan pengamatan. Rata-rata PM₁₀ terendah ditemukan pada Januari (31,92 µg/m³) dan November (32,01 µg/m³), sedangkan rata-rata tertinggi terjadi pada Juni (56,13 µg/m³). Hasil uji ANOVA menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan pada konsentrasi PM₁₀ berdasarkan bulan pengamatan ($F=61,749$; $p<0,001$).

Konsentrasi PM_{2.5} menunjukkan pola yang serupa. Rata-rata PM_{2.5} terendah ditemukan pada Januari (44,93 µg/m³) dan Desember (45,88 µg/m³), sedangkan nilai tertinggi ditemukan pada Juni (95,21 µg/m³). Hasil ANOVA menunjukkan adanya perbedaan signifikan konsentrasi PM_{2.5} antarbulan pengamatan ($F=130,952$; $p<0,001$).

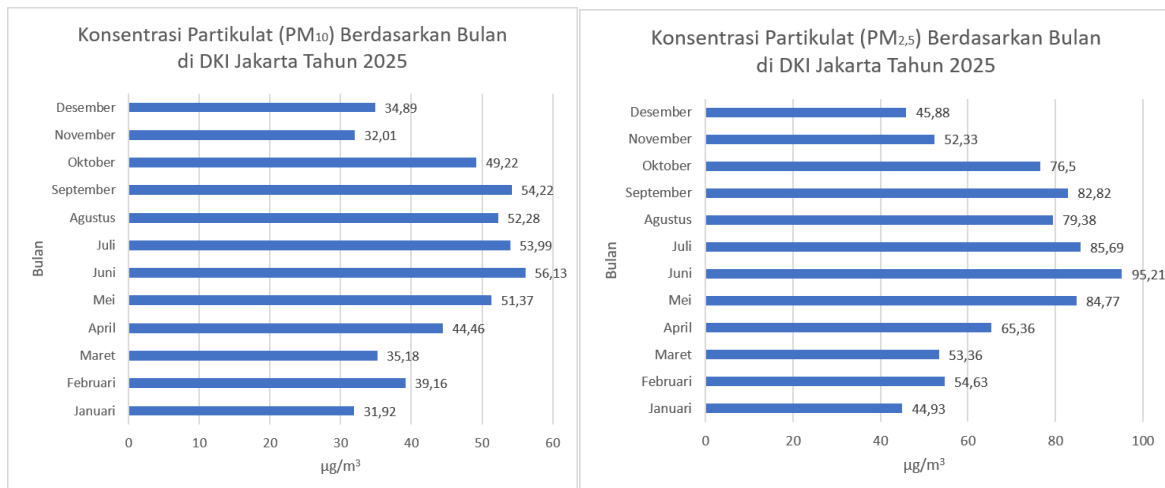
Tabel 3 Hasil uji Anova PM_{2.5}, dan PM₁₀ berdasarkan Bulan di DKI Jakarta

	Variabel	N	Mean (µg/m ³)	Minimum (µg/m ³)	Maximum (µg/m ³)	Nilai
PM ₁₀	Januari	139	31.92	8	57	Sig = 0.000 F = 61.749
	Februari	122	39.16	10	82	
	Maret	139	35.18	5	71	
	April	134	44.46	15	65	
	Mei	145	51.37	15	87	
	Juni	147	56.13	15	97	
	Juli	143	53.99	12	91	
	Agustus	116	52.28	21	79	
	September	115	54.22	25	79	
	Oktober	121	49.22	15	70	
	November	135	32.01	11	63	
	Desember	105	34.89	14	71	
	Total	1561	44.66	5	97	
PM _{2.5}	Januari	139	44.93	12	90	Sig = 0.000 F = 130.952
	Februari	122	54.63	14	111	
	Maret	139	53.36	19	100	
	April	134	65.36	22	99	
	Mei	145	84.77	42	142	
	Juni	147	95.21	51	141	

Juli	143	85.69	49	140
Agustus	116	79.38	50	114
September	115	82.82	57	132
Oktober	121	76.50	33	114
November	135	52.33	15	98
Desember	105	45.88	10	103
Total	1561	68.86	10	142

Keterangan: Hasil pengolahan dataset Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) di Provinsi DKI Jakarta tahun 2025

Gambar 2 menunjukkan bahwa konsentrasi $PM_{2.5}$ dan PM_{10} cenderung meningkat mulai April dan mencapai puncaknya pada periode Mei–Juli, kemudian menurun kembali pada November–Januari. Pola ini mengindikasikan adanya pengaruh faktor musiman terhadap kualitas udara di DKI Jakarta. Konsentrasi partikulat yang lebih tinggi pada pertengahan tahun kemungkinan berkaitan dengan kondisi musim kemarau yang menyebabkan berkurangnya proses pencucian polutan oleh hujan serta meningkatnya akumulasi partikulat di atmosfer.



Gambar 2. Konsentrasi PM_{10} dan $PM_{2.5}$ berdasarkan Bulan di DKI Jakarta

Konsentrasi $PM_{2.5}$ dan PM_{10} berdasarkan Hari di DKI Jakarta

Tabel 4 Hasil uji Anova $PM_{2.5}$, dan PM_{10} berdasarkan Hari di DKI Jakarta

Variabel	N	Mean ($\mu g/m^3$)	Minimum ($\mu g/m^3$)	Maximum ($\mu g/m^3$)	Nilai
PM10	Minggu	224	45.92	11	Sig = 0.356 F = 1.106
	Senin	215	43.46	10	
	Selasa	220	42.70	8	
	Rabu	226	45.61	5	
	Kamis	229	44.80	8	
	Jum'at	219	44.82	10	
	Sabtu	228	45.23	10	
	Total	1561	44.66	5	
PM2,5	Minggu	224	69.38	14	Sig = 0.292 F = 1.222
	Senin	215	67.49	10	
	Selasa	220	65.51	11	
	Rabu	226	69.72	12	
	Kamis	229	69.76	15	

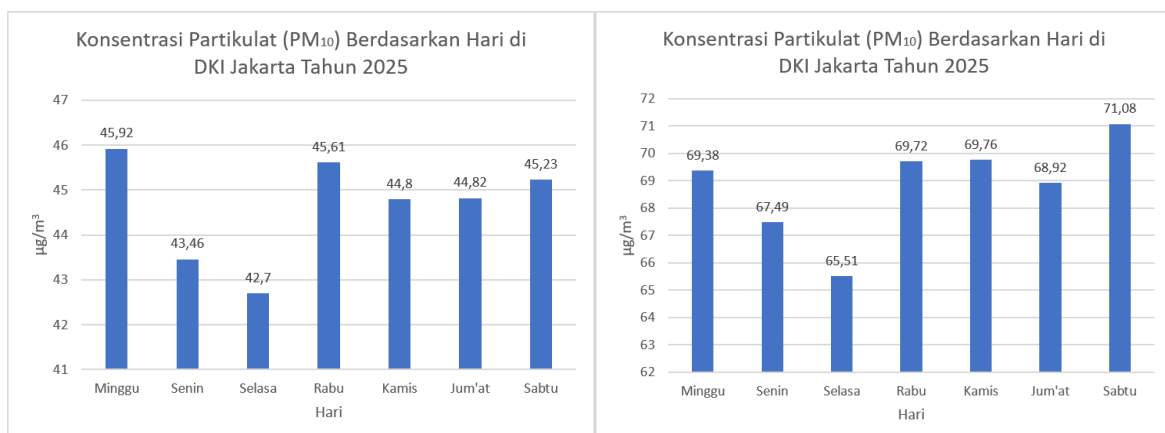
Jum'at	219	68.92	14	132
Sabtu	228	71.08	14	140
Total	1561	68.86	10	142

Keterangan: Hasil pengolahan dataset Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) di Provinsi DKI Jakarta tahun 2025

Tabel 4 menunjukkan distribusi konsentrasi $PM_{2.5}$ dan PM_{10} berdasarkan hari pengamatan. Rata-rata PM_{10} berkisar antara 42,70–45,92 $\mu g/m^3$, dengan nilai tertinggi pada hari Minggu dan terendah pada hari Selasa. Hasil uji ANOVA menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada konsentrasi PM_{10} berdasarkan hari pengamatan ($F=1,106$; $p=0,356$).

Rata-rata $PM_{2.5}$ berkisar antara 65,51–71,08 $\mu g/m^3$. Konsentrasi tertinggi ditemukan pada hari Sabtu, sedangkan konsentrasi terendah ditemukan pada hari Selasa. Namun demikian, hasil ANOVA menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi $PM_{2.5}$ berdasarkan hari pengamatan tidak signifikan secara statistik ($F=1,222$; $p=0,292$).

Gambar 3 menunjukkan bahwa konsentrasi $PM_{2.5}$ dan PM_{10} relatif stabil sepanjang hari pengamatan dengan fluktuasi yang tidak terlalu besar. Tidak adanya perbedaan yang signifikan mengindikasikan bahwa variasi kualitas udara harian selama periode penelitian cenderung homogen dan tidak menunjukkan pola tertentu yang konsisten.



Gambar 3. Konsentrasi PM_{10} dan $PM_{2.5}$ berdasarkan Hari di DKI Jakarta

PEMBAHASAN

Rata-rata konsentrasi $PM_{2.5}$ di DKI Jakarta selama periode pengamatan mencapai 68,86 $\mu g/m^3$, yang menunjukkan bahwa kualitas udara masih berada pada tingkat yang mengkhawatirkan. Nilai tersebut tidak hanya melampaui baku mutu harian $PM_{2.5}$ yang ditetapkan dalam PP Nomor 22 Tahun 2021 sebesar 55 $\mu g/m^3$ (13), tetapi juga jauh melebihi pedoman kualitas udara WHO tahun 2021 sebesar 15 $\mu g/m^3$. (14) Tingginya konsentrasi $PM_{2.5}$ ini mengindikasikan bahwa masyarakat DKI Jakarta masih terpapar partikulat halus pada tingkat yang berpotensi menimbulkan dampak kesehatan. Menurut WHO (14) paparan $PM_{2.5}$

berhubungan dengan peningkatan risiko gangguan sistem pernapasan, penyakit kardiovaskular, hingga kematian dini. Oleh karena itu, temuan ini menunjukkan bahwa pengendalian pencemaran udara, khususnya yang berasal dari sektor transportasi, industri, dan aktivitas perkotaan lainnya, perlu terus diperkuat untuk menurunkan risiko kesehatan masyarakat.

Rata-rata konsentrasi PM_{10} di DKI Jakarta sebesar $44,66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ masih berada di bawah baku mutu harian yang ditetapkan dalam PP Nomor 22 Tahun 2021, yaitu $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hasil ini menunjukkan bahwa secara regulasi nasional, kualitas udara terkait parameter PM_{10} masih tergolong memenuhi standar yang berlaku. Namun demikian, apabila dibandingkan dengan pedoman kualitas udara WHO tahun 2021 sebesar $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$, konsentrasi PM_{10} yang terukur hampir mencapai batas yang direkomendasikan untuk melindungi kesehatan masyarakat. Kondisi ini mengindikasikan bahwa meskipun pencemaran PM_{10} belum melampaui baku mutu nasional, tingkat paparannya masih berpotensi menimbulkan dampak kesehatan, terutama pada kelompok rentan seperti anak-anak, lansia, dan individu dengan penyakit pernapasan atau kardiovaskular yang telah ada sebelumnya. (14)

Perbedaan antara baku mutu nasional dan pedoman WHO menunjukkan adanya standar perlindungan kesehatan yang lebih ketat dalam pedoman internasional. WHO menegaskan bahwa penurunan konsentrasi PM_{10} hingga mencapai nilai pedoman dapat memberikan manfaat kesehatan yang signifikan melalui pengurangan risiko penyakit pernapasan, penyakit kardiovaskular, serta kematian akibat pencemaran udara. Oleh karena itu, meskipun konsentrasi PM_{10} di DKI Jakarta masih memenuhi standar nasional, upaya pengendalian emisi dari sektor transportasi, industri, dan sumber partikulat lainnya tetap perlu ditingkatkan agar kualitas udara dapat mendekati target yang direkomendasikan WHO dan memberikan perlindungan kesehatan yang lebih optimal bagi masyarakat.

Konsentrasi $PM_{2.5}$ dan PM_{10} Berdasarkan Wilayah di DKI Jakarta

Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada konsentrasi $PM_{2.5}$ dan PM_{10} antarwilayah di DKI Jakarta. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa karakteristik wilayah berpengaruh terhadap distribusi partikulat di udara. Jakarta Timur memiliki rata-rata konsentrasi PM_{10} tertinggi dibandingkan wilayah lainnya, sedangkan konsentrasi $PM_{2.5}$ tertinggi ditemukan di Jakarta Barat. Hasil uji ANOVA yang signifikan menunjukkan bahwa kualitas udara di DKI Jakarta tidak terdistribusi secara merata, melainkan dipengaruhi oleh kondisi dan aktivitas spesifik pada masing-masing wilayah.

Tingginya konsentrasi partikulat di Jakarta Timur sejalan dengan penelitian sebelumnya yang mengidentifikasi wilayah tersebut sebagai salah satu hotspot pencemaran udara di DKI

Jakarta. Kondisi ini diduga berkaitan dengan tingginya aktivitas industri, keberadaan jalur transportasi utama, serta mobilitas kendaraan yang tinggi sehingga menghasilkan emisi partikulat dalam jumlah besar. (15) Selain itu, Jakarta Timur memiliki luas wilayah yang besar dan berbatasan langsung dengan kawasan industri di daerah penyangga Jakarta, yang berpotensi meningkatkan konsentrasi partikulat di udara.

Jakarta Utara dan Jakarta Pusat juga menunjukkan konsentrasi PM yang relatif tinggi. Tingginya aktivitas perdagangan, jasa, transportasi, serta kepadatan penduduk di kedua wilayah tersebut diduga menjadi faktor utama yang memengaruhi kualitas udara. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa emisi kendaraan bermotor dan aktivitas industri merupakan sumber dominan pencemar partikulat di wilayah perkotaan padat seperti Jakarta Utara dan Jakarta Pusat. (16,17)

Sementara itu, Jakarta Selatan dan Jakarta Barat menunjukkan pola yang berbeda. Meskipun rata-rata konsentrasi PM_{10} relatif lebih rendah, konsentrasi $PM_{2.5}$ di Jakarta Barat merupakan yang tertinggi dibandingkan wilayah lainnya. Kondisi ini menunjukkan bahwa sumber pencemar yang berkontribusi terhadap partikulat halus kemungkinan lebih dominan dibandingkan sumber partikulat kasar. Aktivitas transportasi yang padat, kawasan komersial, serta pengaruh emisi dari wilayah sekitar dapat menjadi faktor yang berkontribusi terhadap tingginya konsentrasi $PM_{2.5}$ di wilayah tersebut. (4,18)

Perbedaan konsentrasi $PM_{2.5}$ dan PM_{10} antarwilayah menunjukkan bahwa karakteristik penggunaan lahan, kepadatan lalu lintas, aktivitas industri, dan kondisi lingkungan setempat berperan penting dalam menentukan kualitas udara. Temuan ini mengindikasikan bahwa upaya pengendalian pencemaran udara di DKI Jakarta perlu disesuaikan dengan karakteristik masing-masing wilayah. Wilayah dengan konsentrasi partikulat yang tinggi memerlukan prioritas pengendalian emisi, terutama dari sektor transportasi dan industri, guna menurunkan risiko gangguan kesehatan masyarakat akibat paparan partikulat di udara. (16,19)

Konsentrasi $PM_{2.5}$ dan PM_{10} berdasarkan Bulan di DKI Jakarta

Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada konsentrasi $PM_{2.5}$ dan PM_{10} berdasarkan bulan pengamatan. Konsentrasi terendah ditemukan pada Januari dan November, sedangkan konsentrasi tertinggi terjadi pada bulan Juni. Hasil uji ANOVA yang signifikan mengindikasikan bahwa faktor temporal berpengaruh terhadap variasi konsentrasi partikulat di DKI Jakarta. Pola ini menunjukkan adanya hubungan yang erat antara kondisi musiman dengan kualitas udara ambien.

Tingginya konsentrasi $PM_{2.5}$ dan PM_{10} pada bulan Juni diduga dipengaruhi oleh kondisi meteorologi yang umum terjadi pada musim kemarau. Pada periode ini, curah hujan yang rendah menyebabkan berkurangnya proses deposisi basah yang berfungsi menghilangkan partikulat dari atmosfer. Selain itu, kondisi atmosfer yang lebih stabil dapat menghambat dispersi polutan sehingga meningkatkan akumulasi partikulat di udara. Sebaliknya, konsentrasi PM yang lebih rendah pada Januari dan November berkaitan dengan tingginya curah hujan yang membantu menurunkan konsentrasi partikulat melalui proses pencucian udara. (20)

Selain curah hujan, faktor meteorologi lainnya seperti suhu dan kecepatan angin juga berperan dalam memengaruhi konsentrasi $PM_{2.5}$ dan PM_{10} . Kecepatan angin yang rendah dapat mengurangi penyebaran polutan, sedangkan suhu yang lebih tinggi dapat meningkatkan konsentrasi partikulat di udara ambien. Kondisi tersebut menyebabkan variasi konsentrasi PM antarbulan sebagaimana ditemukan dalam penelitian ini. (10,20)

Variasi bulanan konsentrasi $PM_{2.5}$ dan PM_{10} juga dipengaruhi oleh aktivitas manusia, terutama emisi dari sektor transportasi dan industri yang merupakan sumber utama pencemaran udara di Jakarta. Tingginya aktivitas kendaraan bermotor dan kegiatan industri berkontribusi terhadap peningkatan konsentrasi partikulat, khususnya pada periode dengan kondisi meteorologi yang kurang mendukung penyebaran polutan. (17,21) Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa peristiwa atau kegiatan berskala besar dapat memengaruhi kualitas udara secara temporal akibat perubahan intensitas aktivitas manusia. (22)

Temuan ini menunjukkan bahwa kualitas udara di DKI Jakarta dipengaruhi oleh kombinasi faktor meteorologi dan aktivitas antropogenik yang bervariasi sepanjang tahun. Oleh karena itu, pengelolaan kualitas udara perlu mempertimbangkan pola musiman dalam penyusunan strategi pengendalian pencemaran udara. Pemanfaatan model prediksi kualitas udara serta penguatan kebijakan pengendalian emisi pada periode berisiko tinggi dapat menjadi langkah penting dalam upaya menjaga kualitas udara dan melindungi kesehatan Masyarakat. (10,15,19)

Konsentrasi $PM_{2.5}$ dan PM_{10} berdasarkan Hari di DKI Jakarta

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi $PM_{2.5}$ dan PM_{10} mengalami fluktuasi berdasarkan hari pengamatan. Konsentrasi PM_{10} tertinggi ditemukan pada hari Minggu dan terendah pada hari Selasa, sedangkan konsentrasi $PM_{2.5}$ tertinggi ditemukan pada hari Sabtu dan terendah pada hari Selasa. Meskipun terdapat variasi nilai rata-rata antarbhari, hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa perbedaan tersebut tidak signifikan secara statistik. Temuan ini

mengindikasikan bahwa kualitas udara di DKI Jakarta relatif stabil sepanjang minggu dan tidak mengalami perubahan yang berarti berdasarkan hari pengamatan. (23,24)

Fluktuasi konsentrasi $PM_{2.5}$ dan PM_{10} yang teramati kemungkinan dipengaruhi oleh perubahan aktivitas masyarakat selama hari kerja dan akhir pekan. Konsentrasi yang lebih tinggi pada akhir pekan dapat berkaitan dengan meningkatnya mobilitas masyarakat, aktivitas rekreasi, serta kepadatan lalu lintas di beberapa lokasi, yang berkontribusi terhadap peningkatan emisi partikulat. (15,17,22) Namun demikian, perbedaan aktivitas tersebut tampaknya belum cukup besar untuk menghasilkan perbedaan konsentrasi partikulat yang signifikan secara statistik.

Tidak signifikannya perbedaan konsentrasi PM berdasarkan hari pengamatan menunjukkan bahwa sumber emisi di DKI Jakarta cenderung berlangsung secara kontinu sepanjang minggu. Aktivitas transportasi, industri, dan kegiatan perkotaan lainnya tetap menghasilkan emisi partikulat baik pada hari kerja maupun akhir pekan, sehingga variasi harian menjadi relatif kecil. Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa sumber emisi lokal, khususnya lalu lintas kendaraan dan aktivitas industri, memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap konsentrasi PM dibandingkan variasi meteorologi harian. (21,25)

Meskipun tidak ditemukan perbedaan yang signifikan antarminggu, rata-rata konsentrasi $PM_{2.5}$ dan PM_{10} yang terukur masih berada pada tingkat yang berpotensi menimbulkan dampak kesehatan masyarakat. Oleh karena itu, upaya pengendalian pencemaran udara perlu dilakukan secara berkelanjutan dan tidak hanya difokuskan pada hari atau periode tertentu. Penguatan kebijakan pengendalian emisi dari sektor transportasi dan industri, serta peningkatan penggunaan transportasi publik, dapat menjadi strategi penting untuk menurunkan konsentrasi partikulat dan memperbaiki kualitas udara di DKI Jakarta. (16,26)

KESIMPULAN

Konsentrasi $PM_{2.5}$ dan PM_{10} di DKI Jakarta pada periode Desember 2024–November 2025 berbeda signifikan berdasarkan wilayah dan bulan pengamatan, namun tidak berbeda signifikan berdasarkan hari pengamatan. Jakarta Timur memiliki rata-rata konsentrasi PM_{10} tertinggi, sedangkan Jakarta Barat memiliki rata-rata konsentrasi $PM_{2.5}$ tertinggi. Konsentrasi partikulat cenderung meningkat pada musim kemarau, terutama bulan Juni, yang menunjukkan adanya pengaruh faktor meteorologi dan aktivitas antropogenik terhadap kualitas udara. Rata-rata konsentrasi $PM_{2.5}$ sebesar $68,86 \mu\text{g}/\text{m}^3$ telah melampaui baku mutu nasional dan pedoman WHO, sedangkan rata-rata PM_{10} sebesar $44,66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ masih memenuhi baku mutu nasional tetapi mendekati nilai pedoman WHO.

SARAN

Pemerintah Provinsi DKI Jakarta perlu memperkuat pengendalian emisi terutama pada sektor transportasi dan industri, dengan prioritas pada wilayah yang memiliki konsentrasi partikulat tinggi seperti Jakarta Timur dan Jakarta Barat. Selain itu, pemantauan kualitas udara secara berkelanjutan, penguatan program uji emisi kendaraan, serta penyediaan informasi kualitas udara secara real-time kepada masyarakat perlu ditingkatkan untuk mendukung upaya perlindungan kesehatan masyarakat dan perbaikan kualitas udara di DKI Jakarta.

DAFTAR PUSTAKA

1. Lestari M. The Impact of Urbanization on Public Health in Jakarta Focusing on Air Quality and Respiratory Disorders. *Magenta Journal De Healthymedi*. 2024;1(4):188–201. Available from: <https://doi.org/10.37899/mjdh.v1i4.118>
2. Pratama RA. The Correlation Between Air Pollution and the Prevalence of Cardiovascular Diseases in Jakarta. *Studies in social science & humanities*. 2025;4(1):1–6. Available from: <https://doi.org/10.56397/SSSH.2025.01.01>
3. Syuhada G, Akbar A, Hardiawan D, Pun VC, Darmawan A, Heryati S, et al. Impacts of Air Pollution on Health and Cost of Illness in Jakarta, Indonesia. *Int J Environ Res Public Health*. 2023;20(4):2916. Available from: <https://doi.org/10.3390/ijerph20042916>
4. Qonitan FD, Kuncoro NW, Rahman A, Rahmi SA, Damayanti S. Characterizing PM2.5 Pollution in Urban Jakarta: Insights from Morphology, Elemental Composition, and Concentration Analysis. In: *Springer Nature*; 2024. p. 87–99. Available from: https://doi.org/10.1007/978-981-97-0740-9_9
5. Zahara SA, Siregar ARS, Marniati M, Zahara SA, Siregar ARS, Marniati M. Analisis Mendalam Bahaya Polusi Udara dan Upaya Pencegahan Preventif yang Efektif [Internet]. Vol. 3. 2025;3(3):186–99. Available from: <https://doi.org/10.57213/antigen.v3i3.732>
6. Aditya ML, Virgianto RH, Ferdiansyah E, Veanti DPO. Kontribusi berbagai parameter meteorologi terhadap tingkat konsentrasi harian pm2.5, pm10, dan pm2.5-10 menggunakan model jeda terdistribusi non-linier di jakarta pusat. *The Climate of Tropical Indonesia Maritime Continent Journal*. 2023;1(2):53. Available from: <https://doi.org/10.36754/ctimc.v1i2.328>
7. Maharani S. Analisis Dampak Pencemaran Udara terhadap Kesehatan Pernapasan Masyarakat Perkotaan. *Editon Consortium journal of research in medical and health sciences*. 2025;1(1):10–5. Available from: <https://doi.org/10.71094/jmhs.v1i1.108>
8. Muliane U, Lestari P. Pemantauan kualitas udara ambien daerah padat lalu lintas dan komersial dki jakarta: analisis konsentrasi pm2,5 dan black carbon. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 2014;18(2):178–88. Available from: <https://doi.org/10.5614/jtl.2012.8.2.8>
9. Soemarmo DS, Fadlyana E, Haryanto B, Buftheim S, Hartono B, Wasito E, et al. Linking Jakarta's Typical Indonesian Urban Context, Air Pollution, and Child Health. *Open Public Health J*. 2023;16:1–6. Available from: <https://doi.org/10.2174/18749445-v16-e230831-2023-109>
10. Ilahi IFN, Ferdiansyah E, Arifianto F. Pendugaan PM2.5 Menggunakan Metode Geographically Temporally Weighted Regression di DKI Jakarta. *Jurnal Ilmu Lingkungan (Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana Universitas Diponegoro)*. 2024. Available from: <https://doi.org/10.14710/jil.22.6.1435-1440>
11. Fauzan FD, Rayhan DA, Putri HM, Kartiasih F. Peramalan Konsentrasi PM2.5 Menggunakan Model ARCH/GARCH dan Long Short-Term Memory (Studi Kasus: Kota Jakarta Pusat). 2024. Available from: <https://doi.org/10.23969/infomatek.v26i1.12603>
12. Dinas Komunikasi, Informatika dan Statistik Provinsi DKI Jakarta [Internet]. 2026 [cited 2026 Jun 29]. Data Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) di Provinsi DKI Jakarta.

- Available from: https://satudata.jakarta.go.id/open-data/detail?kategori=dataset&page_url=data-indeks-standar-pencemar-udara-ispu-di-provinsi-dki-jakarta&data_no=1
13. Pemerintah Republik Indonesia. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia; 2021. Available from: <https://peraturan.bpk.go.id/Download/354244/Salinan%20PP%20Nomor%2022%20Tahun%202021.pdf>
 14. WHO. WHO global air quality guidelines Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide [Internet]. 2021 [cited 2026 Jun 22]. Available from: World Health Organization
 15. Rabani HF, Hudiantoro RAFH, Salamah SN, Abdullah S. Analisis peramalan polutan PM_{2.5} dan PM₁₀ di DKI Jakarta Timur dengan SARIMA. Zenodo [Internet]. Departemen Matematika, Universitas Indonesia; 2024. Available from: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14548170>
 16. Solihah KI, Martono DN, Haryanto B. Analysis of Spatial Distribution of PM_{2.5} and Human Behavior on Air Pollution in Jakarta. In: IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing; 2021. p. 1–8. Available from: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/940/1/012018>
 17. Ghaida A, Firdaus FM, Qatrunnada KM, Peters D, Cardenas B, Lestari P. Spatial patterns of PM_{2.5} air pollution in Jakarta: Insights from mobile monitoring. In: The 7th Environmental Technology and Management Conference. E3S web of conferences; 2024. Available from: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202448506002>
 18. Gusnita D, Cholianawati N. Pollutant Concentration and Trajectory Patterns of PM_{2.5} including Meteo Factors in Jakarta City. JKPK (JURNAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA). 2019;4(3):152–63. Available from: <https://doi.org/10.20961/jkpk.v4i3.35028>
 19. Fatimah UN, Sudarti S, Yushardi Y. Analisis Perbandingan Pencemaran Udara Selama dan Setelah Pandemi Covid-19 di DKI Jakarta. Saintifik. 2024;10(1):102–6. Available from: <https://doi.org/10.31605/saintifik.v10i1.471>
 20. Hutaaruk RCH, Rahmanto E, Pancawati MC. Variasi Musiman Dan Harian PM_{2.5} Di Jakarta Periode 2016 – 2019. BULETIN GAW BARIRI. 2020;1(1):20–8. Available from: <https://doi.org/10.31172/bgb.v1i1.7>
 21. Syafei AD, Azizah N, Nabila NA. Analysis of reduction pm 2.5 emissions with the shift from private local transportation to pedestrian and bike sharing in central jakarta city: m.h. thamrin area. Jurnal Purifikasi. 2025;23(2):74–80. Available from: <https://doi.org/10.12962/purifikasi.v23i2.463>
 22. Virgianto RH, Akbar D. Analisis konsentrasi pm_{2.5} selama penyelenggaraan asian games ke-18 di jakarta. STATMAT (Jurnal Statistika dan Matematika). 2019;1(1):10–24. Available from: <https://doi.org/10.32493/sm.v1i1.2370>
 23. Fauzan FD, Rayhan DA, Putri HM, Kartiasih F. Peramalan Konsentrasi PM_{2.5} Menggunakan Model ARCH/GARCH dan Long Short-Term Memory (Studi Kasus: Kota Jakarta Pusat). 2024. Available from: <https://doi.org/10.23969/infomatek.v26i1.12603>
 24. Awaluddin HRI, Cornelis N. Pengaruh Pencemaran Udara PM 2,5 dan PM 10 Terhadap Keluhan Pernapasan Anak di Ruang Terbuka Anak di DKI Jakarta. Arkesmas (Arsip Kesehatan Masyarakat). 2020;5(2):9–16. Available from: <https://doi.org/10.22236/arkesmas.v5i2.4990>
 25. Jayadri BL, Pangastuti M, Farhan M, Kartiasih F. Determinants of PM_{2.5} Concentration in DKI Jakarta Province: A VAR Model Approach. Inferensi: Jurnal Statistika. 2024. Available from: <https://doi.org/10.12962/j27213862.v7i1.19843>
 26. Kusumaningtyas SDA, Muharsyah R, Khoir AN, Putra H, Taryono T, Sukir SK, et al. Estimating PM_{2.5} Concentration Using Multiple Linear Regression (MLR) and the Random Forest (RF) Approach in Jakarta, Indonesia. In: Springer Nature; 2024. p. 23–33. Available from: https://doi.org/10.1007/978-981-97-0740-9_3

Declarations

- Kontribusi penulis : Rusman Efendi bertanggung jawab atas keseluruhan kegiatan penelitian.
Pernyataan : Penelitian ini tidak menerima dana apa pun.
pendanaan
Konflik kepentingan : Penulis menyatakan bahwa penulis tidak memiliki kepentingan yang bersaing.
Informasi tambahan : Tidak ada informasi tambahan yang tersedia untuk makalah ini.