



Kondisi Pencemaran Udara pada Saat Periode Lebaran 2022 di Wilayah Jakarta

Air Pollution Conditions during the Al – Fitr 2022 Period in the Jakarta Area

Nur Faris Prih Waryatno*, Nanda Putri Kinanti, Taryono

Sub Bidang Informasi Pencemaran Udara Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Jakarta Pusat, DKI Jakarta, 10610

*Email: nurfaris14@gmail.com

Naskah Masuk: 05 Juli 2022 | Naskah Diterima: 25 Desember 2022 | Naskah Terbit: 31 Desember 2022

Abstrak. *Particulate Matter* merupakan bagian dari polusi udara dan sebagai salah satu indikator polusi udara pada suatu wilayah yang dapat menyebabkan kerusakan lingkungan dan gangguan kesehatan pada makhluk hidup. Berkurangnya aktifitas manusia di wilayah DKI Jakarta saat hari – hari besar seperti pada saat libur lebaran diduga membuat kualitas udara berada dibawah nilai ambang batas saat kondisi normal. Sehingga kajian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi kualitas udara khususnya partikulat selama periode sebelum, saat dan setelah lebaran tahun 2022 di wilayah Jakarta. Data konsentrasi $PM_{2.5}$ yang digunakan adalah data observasi pada titik pengamatan BMKG di Kemayoran dan Airmow (Gambir, Kebayoran), sedangkan data curah hujan yang digunakan adalah data pos hujan pengamatan BMKG di Kemayoran dan Jakarta Selatan. Metode yang digunakan pada kajian ini adalah analisis deskriptif. Dari hasil analisis, didapat hasil bahwa pada lokasi pengamatan $PM_{2.5}$ menunjukkan nilai konsentrasi yang tinggi pada satu hari sebelum lebaran yang berkaitan dengan peningkatan penggunaan kendaraan bermotor. Namun, terjadi penurunan konsentrasi $PM_{2.5}$ pada saat hari lebaran dan satu hari setelah lebaran, hal tersebut berkaitan dengan penurunan penggunaan kendaraan bermotor di wilayah tersebut dan disertai dengan kejadian hujan yang berperan sebagai pencucian atmosfer. Pada wilayah Kebayoran baru – Jakarta Selatan mengalami penurunan konsentrasi tertinggi hingga 51%.

Kata Kunci: Kualitas Udara, $PM_{2.5}$, Hujan, Lebaran, Jakarta

Abstract. *Particulate Matter* is part of air pollution and as an indicator of air pollution in an area that can cause environmental damage and health problems in living things. The reduction of human activities in the DKI Jakarta area during big days such as during the Eid holidays is suspected to make air quality below the threshold value during normal conditions. So this research aims to determine the condition of air quality, especially particulates during the period before, during and after Eid al – Fitr 2022 in the Jakarta area. The $PM_{2.5}$ concentration data used is observation data at BMKG observation points in Kemayoran and Airmow (Gambir, Kebayoran), while the rainfall data used is BMKG observation post data in Kemayoran and South Jakarta. The method used in this study is descriptive analysis. From the results of the analysis, it was found that the $PM_{2.5}$ observation location showed a high concentration value one day before Eid which was related to the increase in motor vehicle use. However, there was a decrease in $PM_{2.5}$ concentrations during Eid and one day after Eid, this was related to the decrease in the use of motor vehicles in the region and was accompanied by rain events that acted as washing the atmosphere. In the Kebayoran Baru – South Jakarta area, the highest concentration decreased by up to 51%.

Keywords: Air Quality, $PM_{2.5}$, Rainfall, Eid Fitr, Jakarta

Pendahuluan

Kualitas udara merupakan salah satu aspek penting yang bermanfaat sebagai indikator baik – buruknya atau nyaman – tidaknya udara suatu tempat. Pencemaran udara menjadi perhatian serius di beberapa Kota di Indonesia karena berkaitan dengan kecenderungan penurunan kualitas udara di wilayah tersebut [9]. Pencemaran udara merupakan salah satu kerusakan lingkungan yang berupa penurunan kualitas udara karena masuknya unsur – unsur berbahaya ke dalam udara atau atmosfer bumi. Unsur – unsur berbahaya tersebut salah satunya dikenal dengan partikulat, baik itu $PM_{2.5}$ maupun PM_{10} . Partikulat merupakan salah satu polutan yang berbahaya dan mengancam kesehatan [10][15]. Semakin tinggi polusi udara maka akan berdampak pada penurunan kualitas udara di wilayah tersebut.

Particulate Matter merupakan komponen dari polusi udara dan sebagai indikator polusi udara [14]. Partikulat mampu menembus ke saluran pernapasan sehingga sangat beresiko terhadap kesehatan manusia. Partikulat merupakan pencemar udara berupa padatan halus (debu, pasir, asap dan sebagainya) yang melayang – layang atau berada di atmosfer. *Particulate Matter* berasal dari asap, pasir/debu dari bahan bangunan, jalan, tanah, gas pembuangan kendaraan bermotor maupun industri. Partikel polusi dengan ukuran diameter di bawah 2.5 mikron mampu masuk ke dalam sistem pernapasan bahkan mengendap dalam paru – paru manusia sehingga mengakibatkan rusaknya sistem pernapasan manusia [4]. Menghirup polusi partikulat dapat berdampak buruk bagi kesehatan manusia [10].

Jakarta sebagai wilayah ibu kota Indonesia merupakan salah satu kota yang tercemar di dunia [8] dan memiliki kontribusi yang besar terhadap polusi udara [14]. Kedudukan Jakarta sebagai pusat perekonomian dan pemerintahan, dalam kesehariannya tidak terlepas dari kegiatan yang banyak menyumbangkan polutan ke atmosfer. Menurut Pelaksana tugas (Plt) Kepala Dinas Lingkungan Hidup DKI Jakarta, Andono Warih [12] menyatakan bahwa faktor utama yang mempengaruhi peningkatan keparahan polusi udara di Ibukota DKI Jakarta didominasi dari emisi kendaraan bermotor. Kontribusi dari aktivitas transportasi sebesar 70% terhadap polusi di Kota – Kota besar [2].

Pandemi Covid – 19 sudah berlangsung lebih dari dua tahun dan sudah dua tahun juga hari raya idul fitri tidak dapat dirayakan seperti normalnya. Adanya pembatasan selama dua tahun tersebut membuat antusiasme mudik tahun ini cukup tinggi. Hal ini didukung oleh kebijakan pemerintah yang mendukung seperti panjangnya libur lebaran tahun ini yang mengakibatkan melonjaknya volume kendaraan yang meninggalkan Jakarta pada periode ini, tercatat oleh Kementerian Perhubungan (Kemenhub) sebanyak 2.25 juta kendaraan meninggalkan Jakarta dan sekitarnya selama periode sebelum lebaran tahun 2022 [3].

Kesempatan untuk mudik pada Lebaran 2022 merupakan yang pertama dalam masa pandemi COVID – 19 setelah di tahun 2020 dan 2021 dilakukan larangan dalam bepergian dan pembatasan aktivitas penduduk. Hal tersebut berkaitan dengan peningkatan mobilitas penduduk dalam menggunakan moda transportasi publik dan pribadi menjelang (arus mudik) dan setelah (arus balik) merayakan Hari Lebaran tahun 2022. Peningkatan frekuensi arus mudik dari Kota Jakarta tersebut berimbas berkurangnya aktivitas manusia di wilayah Jakarta. Berkurangnya aktivitas manusia pada daerah Jakarta dikarenakan libur lebaran yang cukup panjang diduga memiliki dampak terhadap kualitas udara pada daerah Jakarta. Oleh karena itu, pada kajian ini penulis bertujuan untuk menganalisis dampak arus mudik pada periode lebaran tahun 2022 terhadap kondisi kualitas udara khususnya $PM_{2.5}$ di wilayah Jakarta dengan mengkaji parameter PM.



Metode Penelitian

Penelitian ini meneliti parameter kualitas udara pada rentang waktu 25 April 2022 – 9 Mei 2022 yang disebut periode lebaran. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data partikulat berukuran kurang dari 2,5 mikron ($PM_{2.5}$) di titik pengamatan BMKG (Kemayoran) dan Airnow (Gambir dan Kebayoran) yang dapat diunduh melalui laman <https://www.airnow.gov/international/us-embassies-and-consulates> dan juga data curah hujan di pos hujan pengamatan BMKG. Adapun data $PM_{2.5}$ dan curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini dirincikan dalam Tabel 1.

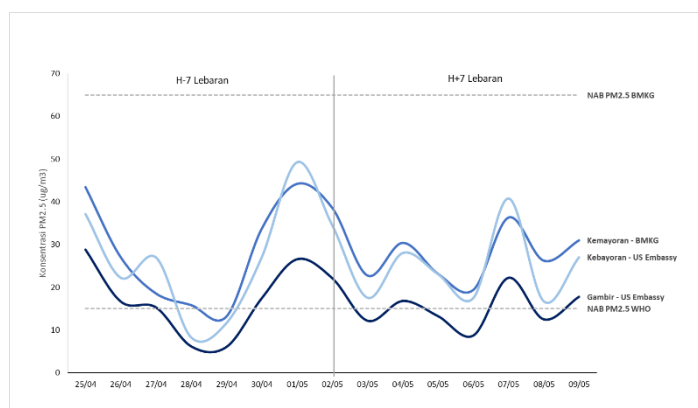
Metode analisis deskriptif digunakan untuk menginterpretasikan grafik perbandingan curah hujan dengan konsentrasi $PM_{2.5}$. Selain itu, dilakukan analisis *contour plot* dari konsentrasi $PM_{2.5}$ di wilayah Jakarta Pusat dan Jakarta Selatan selama H+1 lebaran hingga h+5 lebaran dari tahun 2020 – 2022 untuk mengetahui perubahan partikulat yang terjadi setiap tahunnya.

Tabel 1. Metadata $PM_{2.5}$ dan curah hujan

No	Lokasi	Parameter	Sumber data	Lintang	Bujur
1	Kemayoran, Jakarta Pusat	$PM_{2.5}$	Stamet Kemayoran – BMKG	– 6.155	106.84
2	Gambir, Jakarta Pusat	$PM_{2.5}$	US.Embassy	– 6.181	106.82
3	Kebayoran Baru, Jakarta Selatan	$PM_{2.5}$	US.Embassy	– 6.236	106.79
4.	Kemayoran, Jakarta Pusat	Curah Hujan	Stamet Kemayoran	– 6.155	106.84
5	Pakubuwono, Jakarta Selatan	Curah hujan	Pos Hujan Pakubuwono – BMKG	– 6.233	106.79

Hasil dan Pembahasan

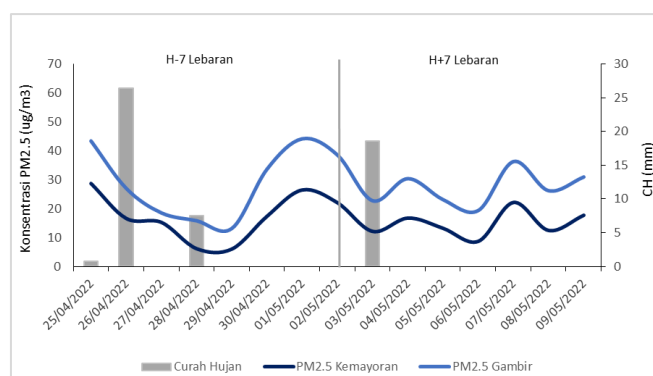
Berdasarkan pengamatan konsentrasi $PM_{2.5}$ di ketiga lokasi (Gambar 1), Kemayoran – BMKG (Jakarta Pusat), Gambir – US Embassy (Jakarta Pusat) dan Kebayoran – US Embassy (Jakarta Selatan) pada tanggal 24 April 2022 hingga 9 Mei 2022, secara umum konsentrasi $PM_{2.5}$ harian berfluktuatif, mengalami kenaikan dan penurunan konsentrasi. Rata – rata konsentrasi harian $PM_{2.5}$ berada pada rentang 6 – 44.2 $\mu g/m^3$. Konsentrasi $PM_{2.5}$ harian tertinggi pada tanggal 1 Mei 2022 sebesar 44.2 $\mu g/m^3$ di Kemayoran, Jakarta Pusat. Konsentrasi $PM_{2.5}$ di ketiga lokasi ini masih dibawah nilai ambang batas (NAB) konsentrasi harian $PM_{2.5}$ nasional sebesar 65 $\mu g/m^3$ yang sudah ditetapkan dalam PP No 22 Tahun 2021 [7]. Namun, beberapa hari dari konsentrasi $PM_{2.5}$ ini sudah melebihi nilai ambang batas yang telah ditetapkan WHO yaitu sebesar 15 $\mu g/m^3$.



Gambar 1. Variasi temporal $PM_{2.5}$ dengan rata – rata konsentrasi harian di Kemayoran, Gambir dan Kebayoran periode 25 April 2022 – 9 Mei 2022

Konsentrasi $PM_{2.5}$ harian meningkat sejak tanggal 30 April 2022 yaitu pada h – 2 hari raya idul fitri 2022 yang merupakan hari libur nasional. Selama hari libur tersebut, kebanyakan masyarakat yang tinggal di wilayah *urban* (Jakarta) meninggalkan Kota dan mudik atau pulang ke kampung halaman mereka. Berdasarkan survei Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Perhubungan atau Balitbang Kemenhub, jumlah pemudik pada lebaran tahun 2022 mencapai 85.5 juta orang. Penggunaan mobil sebagai kendaraan pribadi menjadi moda transportasi yang banyak dipilih untuk melintasi jalan tol maupun jalan nasional saat mudik lebaran. Kendaraan bermotor merupakan penyumbang polutan $PM_{2.5}$ terbesar dan mempengaruhi tingginya polutan di suatu wilayah [10].

Puncak arus lebaran berlangsung pada 28 April – 30 April 2022. Berdasarkan hasil pemantauan konsentrasi $PM_{2.5}$ mulai meningkat dari tanggal 30 April 2022 (h – 2 lebaran) dan konsentrasi $PM_{2.5}$ tertinggi pada tanggal 1 Mei (h – 1 lebaran) sebesar $44,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di Kemayoran, $26,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di Gambir dan $49,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di Kebayoran, Jakarta Selatan. Hal tersebut menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi $PM_{2.5}$ sejak h – 2 lebaran berkaitan dengan penggunaan kendaraan bermotor yang meningkat pada periode tersebut [5]. Hal tersebut seiring dengan data PT.Jasa Marga yang mencatat sebanyak 1.015.248 kendaraan meninggalkan Jakarta dan sekitarnya.



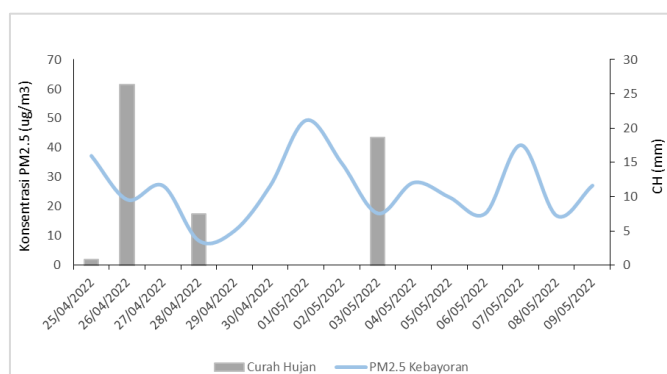
Gambar 2. Konsentrasi $PM_{2.5}$ dan Curah Hujan di Wilayah Jakarta Pusat

Berdasarkan Gambar 2, telah terjadi penurunan konsentrasi $PM_{2.5}$ dimulai dari h – 1 hingga hari lebaran idul fitri, menunjukkan hasil yang sama dengan penelitian sebelumnya [5]. Konsentrasi $PM_{2.5}$ di Kemayoran dan Gambir pada tanggal 2 Mei sebesar $38,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan $22,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Penurunan konsentrasi dibandingkan h – 1 dan saat hari raya di Kemayoran dan Gambir, masing – masing sebesar $5,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan $4,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Konsentrasi $PM_{2.5}$ yang berangsur turun pada tanggal 2 Mei 2022 hingga tanggal 6 Mei 2022 pada lokasi pengamatan $PM_{2.5}$ Kemayoran dan Gambir berturut – turut mencapai 40% (Kemayoran) dan 45% (Gambir) dari konsentrasi tertinggi pada tanggal 1 Mei 2022.

Selain itu, juga terjadi penurunan konsentrasi $PM_{2.5}$ yang terjadi pada tanggal 3 Mei 2022 (h+1 lebaran) di Kemayoran dan Gambir Jakarta Pusat diakibatkan terjadinya penurunan aktivitas manusia yang cukup signifikan di sekitar lokasi pengamatan dikarenakan adanya cuti bersama lebaran idul fitri yang menyebabkan turunnya jumlah kendaraan bermotor di sekitar lokasi. Selain faktor dari aktivitas manusia, dapat dilihat adanya faktor meteorologis seperti curah hujan yang dapat berpengaruh terhadap konsentrasi $PM_{2.5}$. Pada tanggal 3 Juni turun curah hujan sebesar 18,6 mm, curah hujan ini mampu memberikan efek pembersihan polutan di atmosfer yang berdampak pada pengurangan konsentrasi polutan diantaranya $PM_{2.5}$ setelah kejadian hujan [1][6][13]. Hal tersebut dibuktikan dengan penurunan konsentrasi $PM_{2.5}$ bersamaan dengan kejadian hujan tersebut.

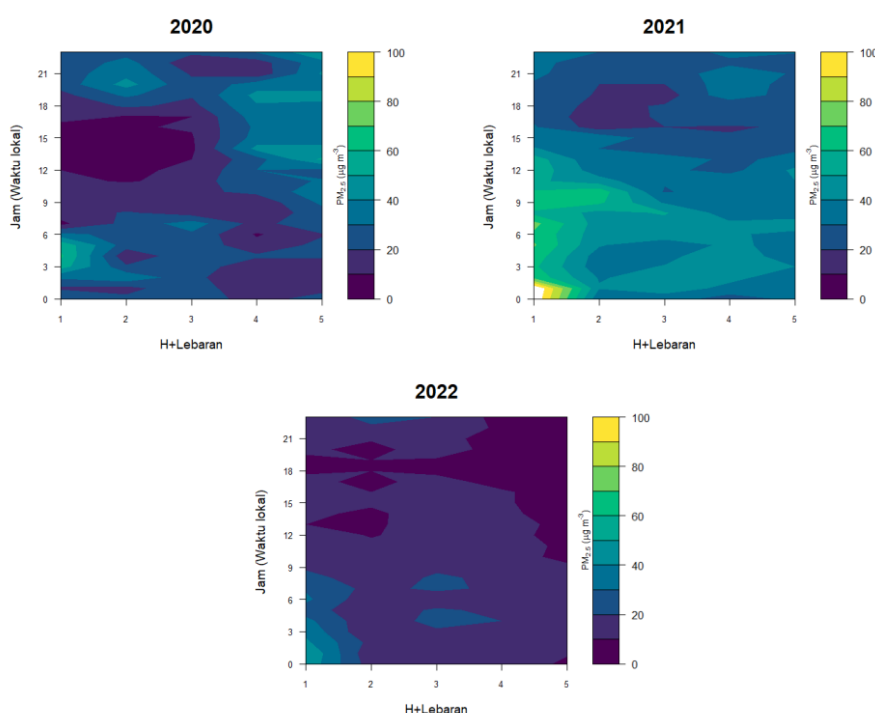
Berdasarkan Gambar 3 terjadi penurunan konsentrasi $PM_{2.5}$ terjadi di Kebayoran, Jakarta Selatan sama halnya dengan wilayah Jakarta Pusat seperti pada gambar tersebut. Konsentrasi $PM_{2.5}$ di Kebayoran pada tanggal 2 Mei sebesar $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Penurunan konsentrasi $PM_{2.5}$ dibandingkan h – 1 (1 Juni) dan saat hari raya (2 Juni) di Kebayoran sebesar $14,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pada tanggal 3 Juni di wilayah Jakarta Selatan turun hujan sebesar 18.6 mm yang kemudian berdampak pada penurunan konsentrasi $PM_{2.5}$ di hari itu.

Terjadinya penurunan konsentrasi pada periode 2 Mei hingga 6 Mei sebesar 51% dari konsentrasi tertinggi tanggal 1 Mei 2022. Penurunan konsentrasi $PM_{2.5}$ pada periode 2 – 6 Mei yang merupakan periode mendekati hari H lebaran di wilayah Jakarta juga disebabkan oleh berkurangnya aktivitas manusia pada wilayah Jakarta pada saat lebaran karena adanya mudik pada periode 25 April hingga 1 Juni.

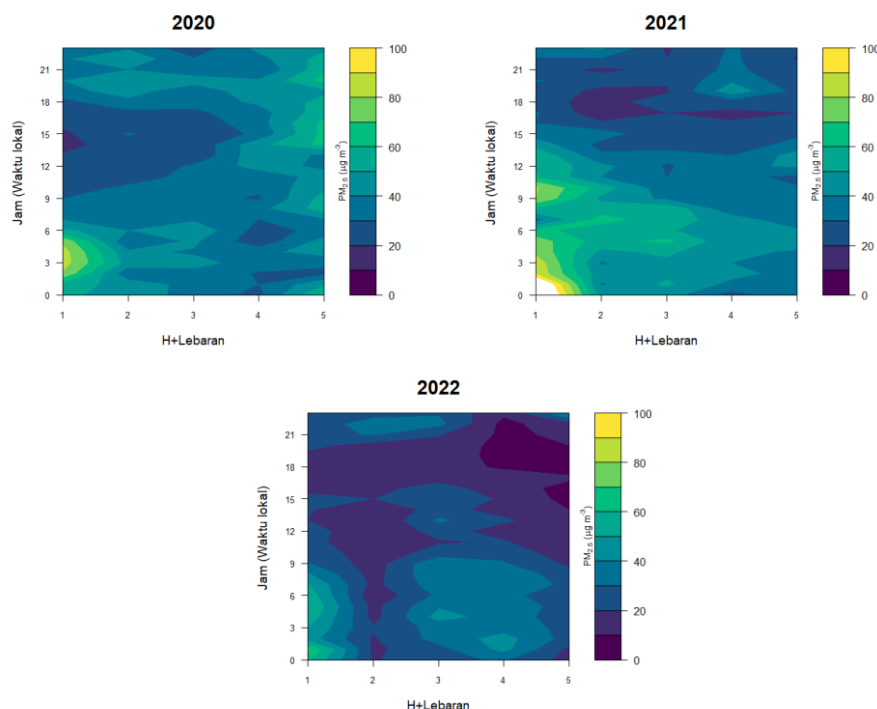


Gambar 3. Konsentrasi $PM_{2.5}$ dan Curah Hujan di Wilayah Jakarta Selatan

Pada Gambar 4 merupakan *Contour Plot* konsentrasi $PM_{2.5}$ di wilayah Jakarta Pusat pada periode h+1 lebaran pada masing – masing tahun (24 Mei – 28 Mei 2020, 14 – 18 Mei 2021, dan 2 – 6 Mei 2022). Rendahnya nilai konsentrasi $PM_{2.5}$ pada tahun 2022 jika dibandingkan tahun – tahun sebelumnya terlihat dari contour plot $PM_{2.5}$ di atas. Berdasarkan gambar di atas terlihat pada tahun 2022 selama periode tersebut memiliki warna dominan biru pekat dengan konsentrasi sejak H+3 Lebaran tidak melebihi $40 \mu g/m^3$ dan cenderung menurun mencapai kurang dari $20 \mu g/m^3$ pada H+4 dan H+5 Lebaran. Sedangkan dilihat pada tahun 2020 dan 2021 gambar di atas menunjukkan pewarnaan yang lebih cerah yaitu dengan nilai konsentrasi $PM_{2.5}$ lebih tinggi pada periode yang sama. Konsentrasi dalam *contour plot* pada tahun 2021 juga menunjukkan mencapai $100 \mu g/m^3$ sedangkan pada tahun 2020 mencapai $70 \mu g/m^3$.



Gambar 4. *Contour Plot* $PM_{2.5}$ Diurnal Jakarta Pusat



Gambar 5. *Contour Plot* PM_{2.5} Diurnal Jakarta Pusat

Contour Plot konsentrasi PM_{2.5} di wilayah Jakarta Selatan pada Gambar 5 menunjukkan bahwa pada periode h+1 lebaran pada masing – masing tahun (24 Mei – 28 Mei 2020, 14 – 18 Mei 2021, dan 2 – 6 Mei 2022). Rendahnya nilai konsntrasi PM_{2.5} pada tahun 2022 jika dibandingkan tahun – tahun sebelumnya terlihat dari *contour plot* PM_{2.5} di atas. Berdasarkan gambar di atas pada tahun 2022 memiliki warna yang lebih gelap dengan konsentrasi PM_{2.5} yang cukup rendah jika dibandingkan dengan tahun – tahun sebelumnya yaitu tahun 2020 & 2021. Pada tahun 2022 selama H+1 sampai H+5 konsentrasi tertinggi tidak lebih dari 50 µg/m³ sedangkan pada tahun 2020 dan 2021 mencapai 100 µg/m³. Tingginya arus mudik yang meninggalkan Jakarta pada tahun 2022 menyebabkan turunnya konsentrasi PM_{2.5} selama periode lebaran terlihat seperti *contour plot* di atas pada lokasi Jakarta Pusat dan Selatan yang mengalami penurunan dibanding tahun – tahun sebelumnya (2020 & 2021).

Kesimpulan

Data ketiga lokasi pengamatan PM_{2.5} yaitu Kemayoran – Jakarta Pusat, Gambir – Jakarta Pusat, dan Kebayoran Baru – Jakarta Selatan menunjukan nilai konsentrasi PM_{2.5} yang tinggi pada H – 1 hari lebaran yang berkaitan dengan peningkatan penggunaan kendaraan bermotor di wilayah tersebut. Kemudian konsentrasi harian PM_{2.5} mengalami penurunan di hari H lebaran. Penurunan signifikan terjadi di H+1 lebaran yang disertai dengan turunnya hujan sehingga dapat mengurangi konsentrasi dari PM_{2.5} baik di Kemayoran – Jakarta Pusat, Gambir – Jakarta Pusat dan Kebayoran Baru – Jakarta Selatan. Penurunan konsentrasi pada periode 2 Mei hingga 6 Mei terbesar mencapai 51% dari konsentrasi tertinggi tanggal 1 Mei 2022 pada wilayah Kebayoran baru – Jakarta Selatan. Data konsentrasi PM_{2.5} harian menunjukkan bahwa pada lokasi Gambir – Jakarta Pusat cenderung lebih rendah jika dibandingkan dengan dua lokasi lainnya yaitu Kemayoran – Jakarta Pusat dan Kebayoran Baru – Jakarta Selatan. Berdasarkan periode pemantauan kualitas udara selama mudik lebaran (24 April – 9 Mei 2022), konsentrasi PM_{2.5} minimum terjadi pada tanggal 29 April 2022 di masing – masing ketiga lokasi. Berdasarkan *contour plot* PM_{2.5} juga terlihat pada daerah Jakarta Pusat dan Selatan memiliki warna yang lebih gelap (konsentrasi lebih rendah) dibanding tahun sebelumnya 2020 dan 2021 selama periode H+1 hingga H+5 Lebaran.

Daftar Pustaka

- [1] Alfiandy, S., Virgianto, R. H., & Putri, A. S. 2020. *Modeling of daily PM_{2.5} concentration based on the principal components regression in South and Central Jakarta*. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1434, No. 1, p. 012012), IOP Publishing.
- [2] Ananta, Yanurisa. 2019. 70% Polusi Udara Jakarta Disumbang Mobil & Motor. (<https://www.cnbcindonesia.com/news/20190801125427-4-89104/ternyata-70-polusi-udara-jakarta-disumbang-mobil-motor>, diakses pada 10 Juni 2022).
- [3] Biro Komunikasi dan Informasi Publik. 2022. Event Kolosal Arus Mudik dan Arus Balik Lebaran 2022. (<https://dephub.go.id/post/read/event-kolosal-arus-mudik-dan-arus-balik-lebaran-2022>, diakses 11 Juni 2022).
- [4] Environmental Protection Agency (EPA). 2017. Particulate Matter (PM) Pollution. (<https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics#reducing>, diakses pada 11 Juni 2022).
- [5] Kusumaningtyas, S. D. A., dkk. 2018. The recent state of ambient air quality in Jakarta. *Aerosol and Air Quality Research*, 18(9), 2343 – 2354.
- [6] Nguyen, M. – V., Park, G. – H., Lee, B. – K. 2017. Correlation Analysis of Size – Resolved Airborne Particulate Matter with Classified Meteorological Conditions. *Meteorology and atmospheric physics*. 129, 35 – 46.
- [7] PP No 22 Tahun 2021 Lampiran VII tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
- [8] Pun, V., Mungkasa, O., Lestari, P., Kusuma, R., Tang, L., Mehta, S., Kass, D & Matte, T. 2019. Approaches on implementing innovations to achieving faster progress on air quality improvement in DKI Jakarta, Indonesia. *Environmental Epidemiology*, 3, 318.
- [9] Santoso, M., Lestiani, D. D., Kurniawati, S., Damastuti, E., Kusmartini, I., Atmodjo, D. P. D., ... & Suprayadi, L. S. (2020). Assessment of urban air quality in Indonesia. *Aerosol and Air Quality Research*, 20, 2142 – 2158.
- [10] Solihah, K. I., Martono, D. N., & Haryanto, B. 2021. Analysis of Spatial Distribution of PM_{2.5} and Human Behavior on Air Pollution in Jakarta. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 940, No. 1, p. 012018).
- [11] Syaiful, Anri. 2022. Infografis Arus Mudik Lebaran 2022 dalam Angka. (<https://www.liputan6.com/news/read/4958433/infografis-arus-mudik-lebaran-2022-dalam-angka> diakses pada 4 Juni 2022).
- [12] Tirto.id, 2019, Dinas LH: 75 Persen Penyebab Polusi Udara Jakarta Emisi Kendaraan, (<https://tirto.id/dinas-lh-75-persen-penyebab-polusi-udara-jakarta-emisi-kendaraan-edyc> diakses pada 12 Juni 2022).
- [13] Virgianto, R. H., Kinanti, N. P., Ferdiansyah, E., & Kartika, Q. A. Y. 2021. The Effect of Precipitation on Scavenging of PM_{2.5} in Jakarta Based on Distributed Lag Non – Linear Models. *IPTEK The Journal for Technology and Science*, 32(2), 115 – 124.
- [14] Wibowo, F. W. 2021. Prediction of air quality in Jakarta during the COVID – 19 outbreak using long short – term memory machine learning. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 704. No. 1. IOP Publishing, 2021.
- [15] World Health Organization (WHO). 2018. Ambient (outdoor) Air Quality and Health. ([https://who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) diakses pada 10 Juni 2022).

