

Analisis keterkaitan kendaraan bermotor dengan konsentrasi *Particulate Matter* (PM) di MAN 2 Kota Padang

Alisman Agung Ratas¹, Sri Yanti Lisha^{1*}, Wathri Fitrada¹

¹Program Studi Teknik Lingkungan

Sekolah Tinggi Teknologi Industri Padang

Jl. Prof. Dr. Hamka No.121, Padang, Sumatera Barat, Indonesia. 25171

*Email: sriyantilisha@gmail.com

Abstrak: Salah satu sumber terbesar dari pencemaran udara berasal dari gas buang kendaraan. Salah satu jenis pencemaran udara adalah *particulate matter* (PM), yaitu PM10 dan PM2,5. Jalan Gajah Mada, khususnya MAN 2 Kota Padang, setiap harinya dipenuhi oleh kendaraan. Tujuan penelitian adalah menganalisis hubungan jumlah kendaraan dan temperatur udara terhadap konsentrasi PM10 dan PM2,5. Pengukuran PM10 dan PM2,5 menggunakan *Multifunction Air Detector Digital*. Pengukuran jumlah kendaraan secara manual menggunakan *counter*. Pengukuran temperatur udara menggunakan anemometer. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata harian jumlah kendaraan, temperatur udara, konsentrasi PM10 dan konsentrasi PM2,5 yang didapat di depan MAN 2 Jalan Gunung Pangilun yaitu 625,76 unit, 28,88°C, 39,37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, dan 35,49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Jumlah kendaraan bermotor dengan konsentrasi PM10 dan PM2,5 di udara ambien depan MAN 2 Jalan Gajah Mada memiliki hubungan sedang. Sedangkan kecepatan kendaraan di Jalan Gajah Mada tidak memiliki hubungan atau tidak mempengaruhi konsentrasi PM10 dan PM2,5. Kecepatan kendaraan tidak selalu berpengaruh terhadap konsentrasi PM10 dan PM2,5 dikarenakan konsentrasi PM10 dan PM2,5 terdispersi di udara yang disebabkan oleh faktor lain seperti kecepatan dan arah angin. Variabel temperatur udara dengan konsentrasi PM10 dan PM2,5 di udara ambien Jalan Gajah Mada tidak memiliki hubungan karena alat penelitian tidak terkalibrasi sehingga data tidak dapat digunakan untuk uji lebih lanjut. Sedangkan menurut jurnal dan penelitian sebelumnya, variabel temperatur udara memiliki hubungan dengan konsentrasi PM10 dan PM2,5.

Kata Kunci: analisis korelasi, jumlah kendaraan, kecepatan kendaraan, PM10, PM2,5, temperatur udara

Abstract: One of the biggest sources of air pollution is car emissions. One type of air pollution is particulate matter (PM), namely PM10 and PM2.5. Jalan Gajah Mada, especially MAN 2 Padang City, are full of vehicles on a daily basis. The research objective was to analyse the relationship between the number of vehicles and air temperature on PM10 and PM2.5 concentrations. Measurement of PM10 and PM2.5 using Multifunction Air Detector Digital. The measurement of the number of vehicles was done manually with a counter. Measurement of air temperature using an anemometer. The results showed that the daily average number of vehicles, air temperature, PM10 concentration and PM2.5 concentration in front of MAN 2 Jalan Gunung Pangilun were 625.76 units, 28.88°C, 39.37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ and 35.49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. The number of motorized vehicles and ambient PM10 and PM2.5 concentrations in front of MAN 2 Jalan Gajah Mada are moderately related. While the speed of vehicles on Jalan Gajah Mada has no relationship or no effect on the concentration of PM10 and PM2.5. Vehicle speed does not always affect PM10 and PM2.5 concentrations because PM10 and PM2.5 concentrations are dispersed in the air caused by other factors such as wind speed and direction. There was no relationship between air temperature and PM10 and PM2.5 concentrations in the ambient air of Jalan Gajah Mada because the research instrument has not been calibrated, so the data cannot be used for further testing. Meanwhile, according to journals and previous research, air temperature variables have a relationship with PM10 and PM2.5 concentrations.

Keywords: correlation analysis, number of vehicles, vehicle speed, PM10, PM2.5, air temperature

Cara Sitasi:

Ratas, A. A., Lisha, S. Y., Fitrada, W. (2024). Analisis keterkaitan kendaraan bermotor dengan konsentrasi Particulate Matter (PM) di MAN 2 Kota Padang. *Teknosains: Media Informasi dan Teknologi*, 18(2), 206-213. <https://doi.org/10.24252/teknosains.v18i2.46304>

Diajukan 23 Maret 2024; Ditinjau 14 Juni 2024; Diterima 17 Desember 2024; Diterbitkan 19 Februari 2025

Copyright © 2025. The authors. This is an open access article under the CC BY-SA license

PENDAHULUAN

Pertambahan jumlah penduduk dapat memberikan dampak positif maupun negatif. Kota Padang pada tahun 2019 memiliki jumlah penduduk sebanyak 950,87 ribu jiwa yang akan terus bertambah tiap tahunnya (BPS Kota Padang, 2021). Dampak positif dari bertambahnya penduduk yaitu tersedianya sumber daya manusia dalam kegiatan usaha yang dapat meningkatkan proses produksi dan dampak negatif dari pertambahan jumlah penduduk salah satunya yaitu semakin tingginya tingkat pencemaran udara yang dihasilkan (Forehead & Huynh, 2018). Selain itu, sektor transportasi juga menjadi sumber utama dalam pencemaran konsentrasi PM10 di Kota Padang. Faktor lain yang berpengaruh terhadap variabilitas temporal konsentrasi PM 10 dan PM 2.5 selain sumber emisi lokal adalah faktor meteorologi dan sumber regional yang berasal dari luar daerah Kota Padang. Meteorologi dapat memengaruhi proses dispersi maupun difusi partikulat yang dapat menyebabkan peningkatan atau penurunan konsentrasi PM10 dan PM2.5. Sumber regional juga memiliki peran terhadap variabilitas temporal konsentrasi PM10 dan PM2.5 karena secara substansial PM10 dan PM2.5 dapat terbawa dari tempat yang jauh melalui mekanisme long range transport.

Salah satu sumber terbesar dari pencemaran udara berasal dari gas buang kendaraan padahal manusia sangat tergantung pada kendaraan untuk mobilitasnya (Shi dkk., 2020). Jumlah kendaraan bermotor yang terdaftar di Kota Padang itu sendiri yaitu 407.141 unit dan akan terus bertambah seiring bertambahnya jumlah penduduk Kota Padang (BPS Kota Padang, 2021). Selain itu, Kota Padang merupakan pusat pemerintahan dan Ibukota Provinsi Sumatera Barat, juga menjadi tujuan mobilitas terutama dari kabupaten dan kota di Provinsi Sumatera Barat. Jumlah kendaraan akan terus meningkat namun kapasitas jalan tetap dan pada kondisi jenuh dapat terjadi kepadatan lalu lintas yang akan menyebabkan meningkatnya jumlah pencemaran udara, permasalahan tersebut dapat dijumpai pada ruas jalan terutama pada jam-jam sibuk (Putri & Irawan, 2015).

Adanya kepadatan kendaraan pada jam sibuk akan menyebabkan terjadinya kemacetan lalu lintas yang merupakan salah satu penyebab pencemaran udara. Salah satu jenis pencemaran udara adalah partikulat debu. Partikulat debu yang dihasilkan dari aktivitas kepadatan kendaraan adalah particulate matter atau partikel debu melayang yang merupakan campuran yang sangat kompleks dari berbagai senyawa organik dan anorganik seperti sulfat, nitrat, ammonia, sodium klorida, karbon, debu mineral, dan air. Partikulat 10 mikrometer adalah partikel yang berukuran kurang dari atau sama dengan 10 mikrometer. Sedangkan partikulat 2,5 mikrometer partikel halus di udara yang ukurannya 2,5 mikrometer atau lebih kecil dari itu. Ukuran ini sangat kecil yang langsung diemisikan ke udara dan terhisap ke dalam sistem pernapasan yang bisa menyebabkan penyakit gangguan pernapasan serta kerusakan paru-paru pada manusia (U.S EPA, 2023).

Dampak dari polutan PM10 dan PM2,5 sangat berbahaya terhadap kesehatan manusia sehingga perlu dilakukan penelitian terutama di daerah padat lalu lintas seperti Kota Padang. Sehingga perlu adanya pemantauan untuk mengetahui konsentrasi dari polutan tersebut. Setelah dilakukan observasi sebelumnya ternyata Jalan Gajah Mada juga memiliki intensitas kendaraan yang cukup tinggi berdasarkan pengamatan dikarenakan banyaknya aktivitas masyarakat sekitar yang lalu lalang menggunakan kendaraan bermotor. Beberapa faktornya yaitu terdapat Rumah Sakit Ibnu Sina, Klinik Sehat Gajah Mada, Rumah Sakit Khusus Bedah Kartika Docta, Praktek Bersama Dokter "Ferisa", beberapa pusat pendidikan seperti; MIN Gunung Pangilun, MTSN Model, MAN 2 Padang, Universitas Bung Hatta, STIKES PGRI Padang, perkantoran seperti;

Badan Pengawas Obat dan Makanan, Balai Kesehatan Indera Masyarakat, Balai Pelatihan Kesehatan, Kejaksaan Negeri Padang, pusat perdagangan seperti; Budiman Swalayan, Citra Swalayan, Sonia Cake dan beberapa kafe dan restoran serta adanya aktivitas-aktivitas lain masyarakat sekitar jalan raya Gajah Mada seperti G-Sport Center.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis jumlah kendaraan (LV, HV, MC) harian yang melintas di Jalan Gajah Mada Kota Padang. menganalisis rata-rata kecepatan kendaraan, konsentrasi PM10 dan PM2.5 harian yang melintas di Jalan Gajah Mada Kota Padang, menganalisis hubungan karakteristik lalu lintas (jumlah kendaraan, kecepatan kendaraan) harian dengan konsentrasi PM10 dan PM2.5 harian udara ambien di Jalan Gajah Mada Kota Padang dan menganalisis hubungan temperatur udara harian dengan konsentrasi PM10 dan PM2,5 harian udara ambien di Jalan Gajah Mada Kota Padang. Dampak dari penelitian dapat bermanfaat untuk meningkatkan kemampuan dan pengetahuan dalam pemantauan kualitas udara khususnya dibidang ilmu pencemaran udara di Jalan Gajah Mada Kota Padang.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di depan MAN 2 Jalan Gajah Mada Kota Padang dengan batasan 50 meter arah utara di Martabak Bandung Haura dan batasan 50 meter arah selatan di Pacahparuik Store. Pengukuran dilakukan selama selang 10 (sepuluh) menit untuk tiap pengukuran. Waktu pengukuran dilakukan selama 3 hari yang berbeda dalam seminggu sesuai dengan interval waktu yaitu pagi hari (06.00-10.00), siang hari (10.00-14.00), sore hari (14.00-18.00), dan malam hari (18.00-22.00). Penelitian ini menggunakan analisis korelasi dengan aplikasi SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

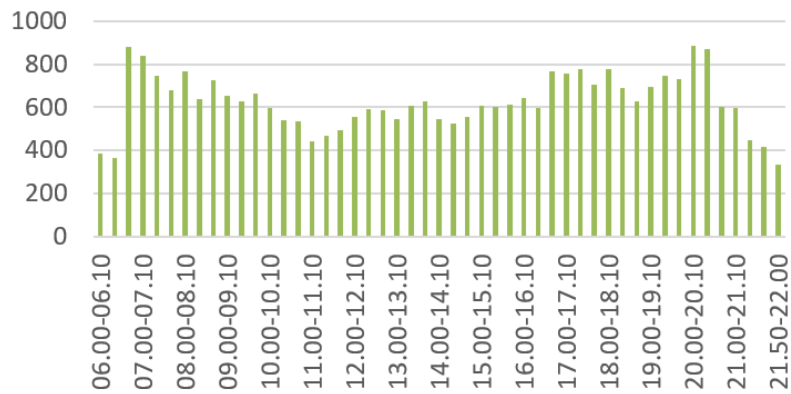
A. Deskriptif Data

Deskriptif data digunakan untuk menggambarkan suatu data secara statistik. Deskriptif data dalam penelitian ini merujuk pada nilai rata-rata (*Mean*) dan simpanan baku (*standart deviation*), nilai minimum dan maksimum serta dari seluruh variabel dalam penelitian ini yaitu jumlah kendaraan, kecepatan kendaraan, Konsentrasi PM10 dan PM2,5, serta temperatur udara sebagaimana ditunjukkan pada Tabel.1.

Tabel 1. Deskriptif statistik

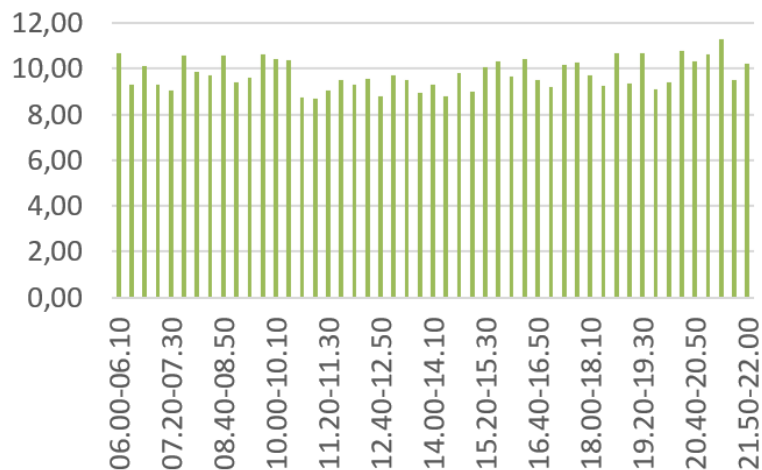
| Variabel | N | Minimum | Maximum | Mean | Std. Deviation |
|------------------------------------|----|---------|---------|--------|----------------|
| Jumlah kendaraan (unit) | 49 | 335 | 888 | 625,76 | 131,63 |
| Temperatur udara (°C) | 49 | 25 | 33 | 28,88 | 2,17 |
| PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 49 | 21 | 75 | 39,37 | 12,37 |
| PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 49 | 19 | 62 | 35,49 | 11,44 |

Pada Tabel 1, variabel jumlah kendaraan mempunyai nilai *mean* yaitu 625,76 unit dan standar deviasi sebesar 131,63 berarti bahwa nilai *mean* lebih besar dari pada standar deviasi, sehingga mengindikasikan bahwa hasil yang cukup baik. Hal tersebut dikarenakan standar deviasi adalah pencerminan penyimpangan yang sangat tinggi, sehingga data menunjukkan hasil yang tidak menyebabkan bias (Ghozali, 2011). Dan terdapat nilai minimum jumlah kendaraan sebesar 335 unit dan nilai maksimum diperoleh sebesar 888 unit. Hasil grafik rata-rata harian jumlah kendaraan dapat dilihat pada Gambar 1.



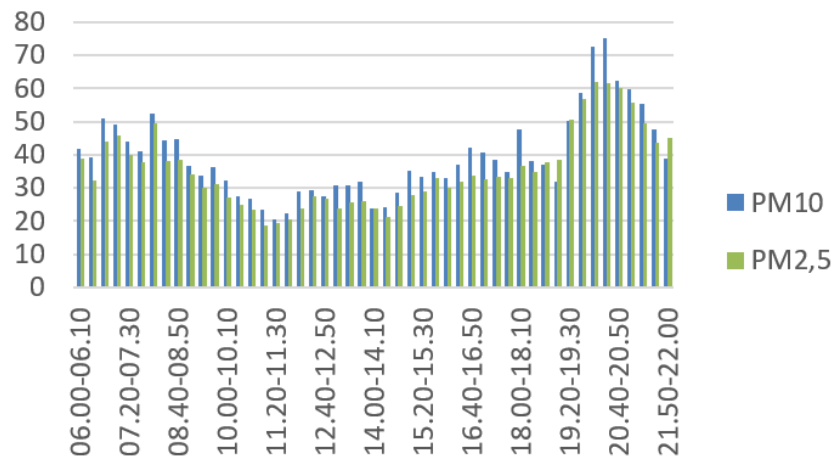
Gambar 1. Grafik jumlah kendaraan per interval waktu

Variabel kecepatan kendaraan mempunyai nilai *mean* 9,77 m/s dan standar deviasi sebesar 0,64 berarti bahwa nilai *mean* lebih besar dari pada standar deviasi, sehingga mengindikasikan bahwa hasil data kecepatan kendaraan yang cukup baik. Terdapat nilai minimum kecepatan kendaraan sebesar 8,71 m/s dan nilai maksimum diperoleh sebesar 11,27 m/s. Pada Gambar 2 didapat kecepatan kendaraan tertinggi pada malam hari jam 21.20-21.30 sedangkan yang terendah terdapat pada siang pada jam 11.00-11.10. Kecepatan kendaraan yang didapat rata-rata adalah 9,77m/s. Adapun hasil grafik kecepatan kendaraan harian per interval waktu dapat dilihat pada Gambar 2.



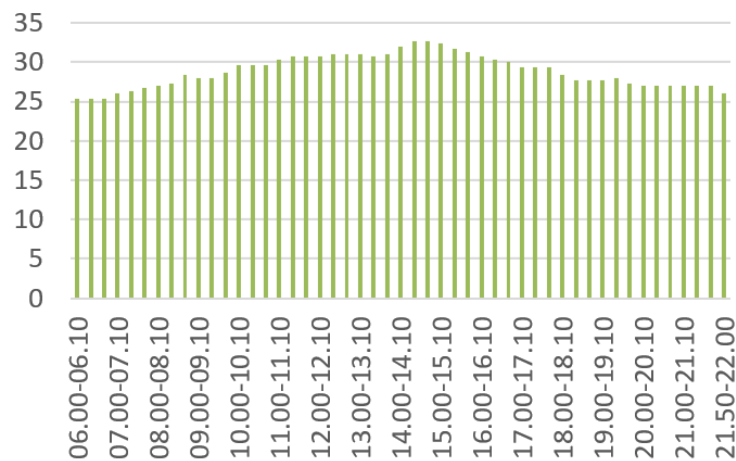
Gambar 2. Grafik kecepatan kendaraan harian per interval waktu

Pada Tabel 1, variabel konsentrasi PM10 dan PM2,5 mempunyai nilai *mean* yaitu 39,37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan 35,49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, dan standar deviasi sebesar 12,37 dan 11,44. Hal ini berarti bahwa nilai *mean* kedua variabel tersebut lebih besar dari pada standar deviasi, sehingga mengindikasikan bahwa hasil data konsentrasi PM10 dan PM2,5 yang cukup baik. Terdapat nilai minimum konsentrasi PM10 dan PM2,5 yaitu pada sebesar 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sedangkan nilai maksimum diperoleh sebesar 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan 62 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Gambar 3. Grafik konsentrasi PM 10 dan PM2,5 harian per interval waktu

Pada Gambar 3 didapat konsentrasi PM10 dan PM2,5 tertinggi pada malam hari jam 20.20-20.30 sebesar $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada malam hari jam 20.00-20.30. Sedangkan yang terendah terdapat pada siang hari pada jam 11.20-11.30 sebesar $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada siang hari jam 11.00-11.30. Pada Tabel 1, variabel temperatur udara mempunyai nilai *mean* $28,88^\circ\text{C}$ dan standar deviasi sebesar 2,17 berarti bahwa nilai *mean* lebih besar dari pada standar deviasi, sehingga mengindikasikan hasil data temperatur udara yang cukup baik. Hal tersebut dikarenakan standar deviasi adalah pencerminan penyimpangan yang sangat tinggi, sehingga data menunjukkan hasil yang tidak bias (Ghozali, 2011). Terdapat nilai minimum sebesar 25°C pada pagi hari jam 06.00-06.50, sedangkan nilai maksimum diperoleh sebesar 33°C pada siang hari jam 15.00-15.30. Hasil pengukuran temperatur udara dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik temperatur udara per interval waktu

B. Uji Normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk menguji apakah data kontinu terdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas merupakan syarat yang harus dipenuhi dalam statistik parametrik. Sehingga apabila data kontinu telah terdistribusi normal maka bisa dilanjutkan ke tahap berikutnya yakni uji korelasi dapat dilaksanakan. Untuk menguji apakah data bersifat normal atau tidak maka peneliti menggunakan analisis Kolmogrov-Smirnov.

Tabel 2. Hasil analisis Kolmogrov-Smirnov

| No | Variabel | Asymp. Sig. |
|----|------------------|-------------|
| 1 | Jumlah Kendaraan | 0,200 |
| 2 | Temperatur Udara | 0,010 |
| 3 | PM10 | 0,057 |
| 4 | PM2,5 | 0,061 |

Berdasarkan Tabel 2 diperoleh nilai signifikansi uji kolmogorov smirnov masing-masing data dari variabel penelitian. Data jumlah kendaraan, kecepatan kendaraan dan konsentrasi PM10 masing-masing memiliki nilai signifikansi sebesar 0.200, 0.095, 0.057 dan 0,061 Nilai tersebut lebih besar dari taraf kepercayaan yang ditetapkan yaitu 0,05 (Asymp. Sig > 0,05) . Maka data jumlah kendaraan, kecepatan kendaraan, konsentrasi PM10 dan PM 2.5 telah terdistribusi normal. Sementara data temperatur udara memiliki nilai signifikansi sebesar 0.010. Nilai tersebut lebih kecil dari taraf kepercayaan yang ditetapkan yaitu 0,05 (Asymp. Sig < 0,05) . Maka data temperatur udara tidak terdistribusi normal.

C. Uji Linearitas

Berdasarkan data pada Tabel 2, diperoleh hasil uji linearitas masing-masing variabel. Jika nilai *Deviation From Linearity* memiliki nilai signifikan lebih besar dari 0,5 (sig >0.05) maka data dapat dikatakan kedua variabel memiliki hubungan yang linier. Nilai linearitas jumlah kendaraan dengan konsentrasi PM10 dan PM2,5 sebesar 0.062 dan 0.311, nilai tersebut lebih besar dari 0.05 sehingga jumlah kendaraan dengan konsentrasi PM10 dan PM2,5 memiliki hubungan linear. Nilai linearitas kecepatan kendaraan dengan konsentrasi PM10 dan PM2,5 yaitu sebesar 0.125 dan 0.182 nilai tersebut lebih besar dari 0.05 sehingga kecepatan kendaraan dengan konsentrasi PM10 dan PM2,5 memiliki hubungan linear. Sedangkan nilai linearitas temperatur udara dengan konsentrasi PM10 dan PM2,5 didapat sebesar 0.232 dan 0.176 nilai tersebut lebih besar dari 0.05 variabel tersebut memiliki hubungan yang linear.

Tabel 3. Hasil analisis uji linearitas

| No | Variabel | Nilai Sig |
|----|---|-----------|
| 1 | Jumlah kendaraan dengan konsentrasi PM10 | 0.062 |
| 2 | Temperatur udara dengan konsentrasi PM10 | 0.232 |
| 3 | Jumlah kendaraan dengan konsentrasi PM2,5 | 0.311 |
| 4 | Temperatur udara dengan konsentrasi PM2,5 | 0.176 |

Berdasarkan hasil perhitungan dengan SPSS nilai signifikansi (Sig.) PM10 yang diperoleh sebesar 0,000. Sedangkan pada konsentrasi PM2,5 didapatkan nilai Sig. sebesar 0,002. Menurut ketentuan korelasi *pearson product moment* apabila nilai Sig. < 0,05 kedua variabel memiliki hubungan yang signifikan. Maka, uji korelasi linear sederhana ini dapat digunakan untuk menjelaskan hubungan dari jumlah kendaraan terhadap konsentrasi PM10 atau PM2,5. Dalam artian jumlah kendaraan memiliki hubungan positif dan signifikan terhadap konsentrasi PM10 atau PM2,5 di udara ambien. Variabel jumlah kendaraan dengan konsentrasi PM10 dan PM2,5 memiliki hubungan yang sedang, karena pada pagi dan malam hari walaupun ada jumlah kendaraan yang menurun tetapi konsentrasi PM10 dan PM2,5 diperoleh tetap tinggi.

Hasil penelitian ini menunjukkan rata-rata harian kecepatan kendaraan sebesar 9,77 m/s. Terdapat perbedaan rata-rata kecepatan kendaraan berdasarkan waktu, pada pagi hari rata-rata kecepatan kendaraan sebesar 9,91 m/s, saat siang hari meningkat menjadi 9,39

m/s, semakin meningkat pada sore hari sebesar 9,71 m/s dan pada malam hari meningkat menjadi 10,06 m/s. Rendahnya rata-rata harian kecepatan kendaraan pada pagi hari disebabkan oleh padatnya lalu lintas. Kecepatan dan volume akan mempengaruhi kepadatan lalu lintas, dengan kepadatan lalu lintas yang tinggi akan menyebabkan berkurangnya kecepatan dan keterbatasan pada pengemudi (Sasmita & Fatatulhairani, 2019).

Temperatur udara yang terdapat di Jalan Gajah Mada memiliki data yang tidak normal karena terdapat nilai temperatur udara yang sama atau temperatur udara yang tidak berbeda jauh setiap waktu pengukurannya. Hal ini terlihat dari rata-rata temperatur udara. Rata-rata temperatur udara di Gajah Mada pagi hari sebesar 27°C sama dengan temperatur udara di Gajah Mada malam hari sebesar 27°C. Sementara temperatur udara di Gajah Mada siang hari sebesar 31°C tidak berbeda jauh dengan temperatur udara di Gajah Mada sore hari sebesar 30°C. Hal ini menyebabkan data temperatur udara tidak terdistribusi normal. Karena memiliki data yang hampir seragam. Oleh karena itu analisis hubungan temperatur udara dengan konsentrasi PM10 dan PM2,5 tidak bisa di lanjutkan ke analisis korelasi, karena tidak memenuhi syarat normalitas distribusi data.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan yaitu jumlah kendaraan bermotor harian sesuai dengan jenis kendaraan sebesar 11.395 unit LV, 310 unit HV, dan 18.957 unit MC. Sedangkan jumlah kendaraan harian yang didapat di depan MAN 2 Jalan Gunung Pangilun sebesar 30.662 unit/hari. Kecepatan kendaraan rata-rata adalah 9,77 m/s. Rata-rata temperatur udara harian sebesar 29°C. Dan rata-rata konsentrasi PM10 dan PM2,5 harian yang diperoleh di depan MAN 2 Jalan Gajah Mada Padang adalah sebesar 39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan 36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Jumlah kendaraan bermotor dengan konsentrasi PM10 dan PM2,5 di udara ambien depan MAN 2 Jalan Gajah Mada memiliki hubungan sedang. Sedangkan kecepatan kendaraan di Jalan Gajah Mada tidak memiliki hubungan atau tidak memengaruhi konsentrasi PM10 dan PM2,5. Kecepatan kendaraan tidak selalu berpengaruh terhadap konsentrasi PM10 dan PM2,5 dikarenakan konsentrasi PM10 dan PM2,5 terdispersi di udara yang disebabkan oleh faktor lain seperti kecepatan dan arah angin. Variabel temperatur udara dengan konsentrasi PM10 dan PM2,5 di udara ambien Jalan Gajah Mada tidak memiliki hubungan karena alat penelitian tidak terkalibrasi sehingga data tidak dapat digunakan untuk uji lebih lanjut. Sedangkan menurut jurnal dan penelitian sebelumnya, variabel temperatur udara memiliki hubungan dengan konsentrasi PM10 dan PM2,5.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A., Fitriani, E., & Santoso, M. (2016). Analisis karakterisasi konsentrasi dan komposisi partikulat udara (Studi kasus: Surabaya). *Jurnal Kimia VALENSI: Jurnal Penelitian dan Pengembangan Ilmu Kimia*, 2(2), 97-103.
- BPS Kota Padang. (2021). *Kota Padang dalam Angka 2021*. BPS Kota Padang.
- Fauziah, D. A., Rahadjo, M., & Dewanti, N. A. Y. (2017). Analisis tingkat pencemaran udara di Terminal Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 5(5), 561-570. <https://doi.org/10.14710/jkm.v5i5.19178>.
- Forehead, H., & Huynh, N. (2018). Review of modelling air pollution from traffic at street-level - The state of the science. *Environmental Pollution*, 241, 775-786. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.06.019>.
- Gunawan, H., & Ruslinda, Y. (2018). Model hubungan konsentrasi particulate matter 10 μm (PM₁₀) di udara ambien dengan karakteristik lalu lintas di jaringan jalan primer Kota Padang. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, 1-11.

- Lestari, R. A., Handika, R. A., & Purwaningrum, S. I. (2019). Analisis risiko karsinogenik paparan PM10 terhadap pedagang di Kelurahan Pasar Jambi. *Jurnal Teknik Lingkungan Universitas Andalas*, 16(2), 59-65. <https://doi.org/10.25077/dampak.16.2.59-65.2019>.
- Manning, M. I., et al. (2018). Diurnal patterns in global fine particulate matter concentration. *Environmental Science & Technology Letters*, 5(11): 687–691. <https://doi.org/10.1021/acs.estlett.8b00573>.
- Mukhtar, R., et al. (2013). Kandungan logam berat dalam udara ambien pada beberapa kota di Indonesia. *Ecolab*, 7(2), 49-59. <https://doi.org/10.20886/jklh.2013.7.2.49-59>.
- Putri, N. H., & Irawan, M. Z. (2015). Mikrosimulasi *mixed traffic* pada simpang bersinyal dengan perangkat lunak vissim (Studi kasus: Simpang Tugu, Yogyakarta). *The 18th FSTPT International Symposium*, 1-10.
- Ridzky, G.A., Zaman, B., & Huboyo, H. S. (2017). Identifikasi kontribusi pencemaran PM10 dengan metode reseptor PMF Studi Kasus: Kota Pekanbaru. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(2), 1-12.
- Rita, H. E. L. S., & Lestiani, D. D. (2014). Kualitas udara PM10 dan PM2.5 untuk Melengkapi Kajian Indeks Kualitas Lingkungan Hidup. *Ecolab*, 10(1), 1-7. <https://doi.org/10.20886/jklh.2016.10.1.1-7>.
- Sasmita, A., & Fatatulkhairani, F. (2019). Analisis kecukupan ruang terbuka hijau publik untuk penyerapan emisi karbondioksida dari sektor transportasi di Kecamatan Mandau, Kabupaten Bengkalis, Riau. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, 5(1), 26–35. <https://doi.org/10.29080/alard.v5i1.517>.
- Shi, T., Ming, T., Wu, Y., Peng, C., Fang, Y., & de_Richter, R. (2020). The effect of exhaust emissions from a group of moving vehicles on pollutant dispersion in the street canyons. *Building and Environment*, 181, 107120. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107120>.
- U.S EPA. (2023). *Particulate Matter (PM) Basics US EPA*. <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics>.
- Wijaya, P.I. (2018). Analisis pencemaran udara akibat kepadatan jalan lalu lintas di Kota Padang (Studi Kasus: Karbon monoksida di Jalan Prof Dr Hamka, Jalan Khatib Sulaiman, dan Jalan Rasuna Said). *Jurnal Buana*, 2(2), 569-583. <https://doi.org/10.24036/student.v2i2.110>.
- Yusrianti, Y. (2015). Studi literatur tentang pencemaran udara akibat aktivitas kendaraan bermotor di Jalan Kota Surabaya. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, 1(1), 11-20. <https://doi.org/10.29080/alard.v1i1.29>.