



IDENTIFIKASI PAPARAN PM_{2,5} DI WILAYAH KOTA CIMAHI

Adityana Eka Saputra, Dzul Akmal

Fakultas Ilmu dan Teknologi Kesehatan, Universitas Jenderal Achmad Yani

Email: adityanaputra@gmail.com

ABSTRAK

Particulate Matter 2,5 (PM_{2,5}) merupakan salah satu zat pencemar yang bebas di udara dan bertahan di udara cukup lama, ukurannya kecil hanya 2,5 mikron dapat masuk kedalam tubuh manusia lewat sistem pernafasan. PM_{2,5} saat ini Sebagian besar disebabkan oleh kegiatan-kegiatan manusia, seperti asap rokok, gas buang kendaraan, asap pipa pabrik, sampai dengan kebakaran hutan. PM_{2,5} bila masuk kedalam tubuh manusia dan terdeposit ke paru-paru akan menimbulkan peradangan saluran pernafasan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui gambaran PM_{2,5} di Kota Cimahi tahun 2021. Desain penelitian yang dilakukan adalah deskriptif dan menentukan titik-titik pengukuran di wilayah yang padat arus lalu lintasnya, yaitu di Gerbang Tol Baros, Kawasan Industri (JL. Raya Leuwigajah), Bawah Jembatan Cimindi (sebelum rel kereta), pertigaan RM Ampera Cimahi, Pertigaan Masjid Agung Cimahi. Pengambilan data menggunakan alat Particulate Counter HT9600. Hasil penelitian menunjukkan bahwa PM_{2,5} di Gerbang Tol Baros 60 µg/Nm³, Kawasan industri sebesar 61 µg/Nm³, Bawah jembatan Cimindi sebesar 49 µg/Nm³, Pertigaan RM Ampera Cimahi sebesar 59 µg/Nm³, Pertigaan Masjid Agung Cimahi sebesar 42 µg/Nm³. Kesimpulan, seluruh wilayah yang menjadi tempat pengukuran PM_{2,5} masih aman dan dibawah baku mutu lingkungan.

Kata Kunci: *PM_{2,5}, Pencemaran Udara, Kota Cimahi*

ABSTRACT

Particulate Matter 2.5 (PM_{2.5}) is a pollutant that is free in the air and can survive for a long time in the air due to its small size of 2.5 microns, which can enter the human body through the respiratory system. Human activities, such as cigarette smoke, vehicle exhaust gas, factory pipe smoke, and forest fires, are currently the primary sources of PM_{2.5}. When PM_{2.5} enters the human body and is deposited in the lungs, it causes respiratory tract inflammation. The goal of this study is to determine the description of PM_{2.5} in Cimahi City in 2021. The research design is descriptive, with measurement points established in high-traffic areas such as the Baros Toll Gate, the Industrial Estate (JL. Raya Leuwigajah), the Cimindi Bridge (before the train tracks), the RM Ampera Cimahi T-junction, and the intersection of the Great Mosque of Cimahi. Particle Counter HT 9600 was used to collect data. PM_{2.5} levels were measured at the Baros Toll Gate at 60 µg/Nm³, the Industrial Area at 61 µg/Nm³, the Cimindi Bridge at 49 µg/Nm³, the RM Ampera Cimahi T-junction at 59 µg/Nm³, and the Cimahi Great Mosque T-junction at 42 µg/Nm³. To summarize, all areas where PM_{2.5} levels are measured are still safe and meet environmental quality standards.

Keywords: *PM_{2,5}, Air Pollution, Cimahi City*

PENDAHULUAN

Pencemaran udara merupakan masalah yang serius bagi seluruh negara termasuk Indonesia. Dampak yang ditimbulkan dari pencemaran udara akan mempengaruhi kehidupan yang ada di bumi ini, baik itu kepada tumbuhan, hewan bahkan manusia. Terjadinya pencemaran udara disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya dari kegiatan manusia seperti gas buang kendaraan, asap buangan pipa pabrik,

kebakaran hutan, asap rokok dan dari sektor transportasi menyumbang 60% dalam pencemaran udara serta menimbulkan masalah kualitas udara¹. Penyebab pencemaran udara terbagi menjadi dua adalah polutan berbentuk partikel dan gas. Partikel pencemar dapat berupa *Total Suspended Particulate* (TSP) dengan ukuran diameter partikel sampai dengan 100µm, partikel berdiameter kurang dari 10µm (PM₁₀), dan partikel berdiameter kurang dari

2.5µm (PM_{2,5}); sedangkan gas-gas pencemar dapat berupa sulfur dioksida (SO₂), nitrogen dioksida (NO₂), karbon monoksida (CO), oksidan/ozon permukaan (O₃), dan lainnya².

PM_{2,5} merupakan salahsatu zat pencemar berbahaya yang berada di udara ambien, dan berasal dari antropogenik dan alami baik primer (utama) maupun sekunder. PM_{2,5} berbentuk debu dan berukuran mikron. Sumber yang berasal dari kegiatan-kegiatan manusia seperti, asap rokok, gas buang kendaraan, asap pipa pabrik sampai dengan kebakaran hutan³. PM_{2,5} terbesar tersebar di udara ambien, dan akan mempengaruhi aktifitas manusia sehari-hari karena jarak pandang tidak jelas serta akan menyebabkan berbagai macam penyakit termasuk yang berhubungan dengan saluran pernafasan seperti Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA), kanker paru-paru, penyakit kardiovaskular, kematian dini dan penyakit paru-paru onstruktif kronis⁴.

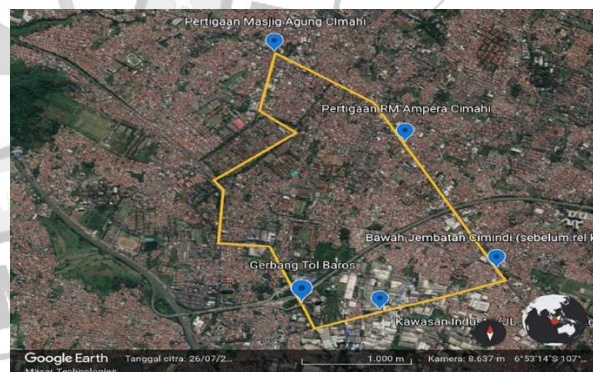
Di Indonesia selama dua dekade terakhir telah mengalami peningkatan konsentrasi PM_{2,5} yang drastis yaitu dari 8 µg/m³ hingga 22 µg/m³. Menurut *Air Quality Life Index* (AQLI), karena 80 persen dari populasi Indonesia yang berjumlah lebih dari 250 juta terpapar ke konsentrasi rata-rata polusi tahunan melebihi pedoman WHO, negara ini kehilangan tahun harapan hidup tertinggi kelima di dunia akibat polusi partikulat⁵. Hasil studi yang dilakukan di Kota Bandung yang dilakukan pada tahun 2005-2012, rerata tahunan konsentrasi massa PM_{2.5} sebesar ±22 µg m⁻³(9). Nilai tersebut lebih tinggi dari batas ambang standar kualitas udara nasional Indonesia per tahun untuk PM_{2.5} (15 µg m⁻³)⁶.

Pada tahun 2017 di Kota Cimahi pernah dilakukan pengukuran PM_{2,5} dan memiliki nilai yang masih memenuhi baku mutu yaitu 65 µg/Nm³ untuk pengukuran 24 jam. Konsentrasi PM_{2,5} pada pengukuran 24 jam berkisar antara 16-60 µg/Nm³ ⁷. Kota Cimahi sebagai wilayah yang sering dilalui oleh kendaraan-kendaraan yang dari luar wilayah Cimahi seperti Kota Bandung, Kabupaten Bandung Barat, Kabupaten Bandung dan lainnya serta beberapa wilayah Kota Cimahi merupakan kawasan industri yang terus berkembang. Gas-gas buang kendaraan yang dikeluarkan oleh kendaraan-kendaraan yang melintasi Kota Cimahi dan pabrik-pabrik yang ada dikawasan industri yang mengeluarkan asap hasil industri menambah dari polusi udara

terutama PM_{2,5} yang memang dihasilkan oleh kendaraan dan pabrik di Kota Cimahi, karena sebagian besar sumber dari pencemar PM_{2,5} adalah berasal dari asap gas buang kendaran dan asap pipa pabrik. Berdasarkan hal diatas maka perlu diteliti dan diukur kembali konsentrasi PM_{2,5} yang ada di udara ambien Kota Cimahi.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain deskriptif yaitu ingin mengetahui gambaran paparan PM_{2,5} di Kota Cimahi. Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober-November 2021. Lokasi penelitian di Kota Cimahi dengan jumlah titik pengukuran adalah 5 titik, dengan lokasi pengukurannya yaitu Gerbang Tol Baros, Kawasan Industri (JL. Raya Lewih Gajah), Bawah Jembatan Cimindi (sebelum rel kereta), pertigaan RM Ampera Cimahi, perempatan Masjid Agung Cimahi. Kriteria pemilihan titik-titik lokasi pengukuran yaitu wilayah yang padat kendaraan atau banyaknya kendaraan dijalanan dan kawasan-kawasan industri. Sumber data dalam penelitian ini adalah data primer, pengukuran PM_{2,5} di udara ambien Kota Cimahi menggunakan alat *Particulate Counter* HT9600.



Gambar 1. Titik Lokasi Penelitian

HASIL

Pengukuran PM_{2,5} menggunakan alat *Particulate Counter* HT9600 di Kota Cimahi dengan 1 kali pengukuran (kurang dari 24 jam).

Tabel 1. Baku Mutu PM_{2,5}

No	Parameter	Baku Mutu
1	PM _{2,5}	65 µg/Nm ³

Tabel 2. Hasil Pengukuran PM_{2,5} di Kota Cimahi

No	Titik Lokasi	Hasil Pengukuran PM _{2,5}
1	Gerbang Tol Baros	60 µg/Nm ³
2	Kawasan Industri Cimahi (JL. Raya Leuwigajah)	61 µg/Nm ³
3	Bawah Jembatan Cimindi (sebelum rel kereta)	49 µg/Nm ³
4	Pertigaan RM Ampera Cimahi	59 µg/Nm ³
5	Pertigaan Masjid Agung Cimahi	42 µg/Nm ³

Berdasarkan tabel di atas menunjukkan hasil pengukuran PM_{2,5} di Kota Cimahi adalah Titik ke-1 Gerbang Tol Baros hasil pengukuran 60 µg/Nm³, Titik ke-2 Kawasan Industri Cimahi (JL. Raya Leuwigajah) hasil pengukuran 61 µg/Nm³, Titik ke-3 Bawah Jembatan Cimindi (sebelum rel kereta) hasil pengukuran 49 µg/Nm³, Titik ke-4 Pertigaan RM Ampera Cimahi hasil pengukuran 59 µg/Nm³, dan Titik ke-5 Pertigaan Masjid Agung Cimahi hasil pengukuran 42 µg/Nm³. Pengukuran di 5 titik di Wilayah Cimahi menunjukkan hasil dibawah baku mutu udara ambien nasional, PP No 41. Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara dengan parameter PM_{2,5} selama 24 jam yaitu 65 µg/Nm³

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa di seluruh titik lokasi pengukuran PM_{2,5} masih dibawah baku mutu lingkungan. PP No 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Lingkungan untuk Baku Mutu Udara Ambien Nasional PM_{2,5} selama 24 jam yaitu 65 µg/Nm³. Pengukuran PM_{2,5} di titik lokasi pertama Gerbang Tol Baros menunjukkan nilai 60 µg/Nm³, angka tersebut masih dibawah baku mutu udara. Gerbang Tol Baros Cimahi, merupakan tempat masuk dan keluarnya kendaraan baik dari arah Cimahi maupun dari luar Kota Cimahi, hal ini berpengaruh terhadap kualitas udara yang berada di wilayah Gerbang Tol Baros tersebut, karena bila adanya peningkatan jumlah kendaraan akan berpengaruh terhadap kualitas lingkungan di wilayah tersebut⁸. Nilai PM_{2,5} di Gerbang Tol

Baros masih dibawah baku mutu udara ini disebabkan volume kendaraan yang masuk dan keluar gerbang tol sedikit jumlahnya dikarenakan Pemerintah sedang melaksanakan PPKM Level 3 Pandemi Covid-19. Hal ini menunjukkan bahwa kepadatan kendaraan berpengaruh terhadap peningkatan PM_{2,5} di udara ambien, seperti dalam penelitian yang dilakukan Pemantauan Konsentrasi CO₂, NO₂ dan PM_{2,5} di kawasan Dayeuhkolot Bandung, bahwa emisi atau gas buang langsung dari kendaraan bermotor dapat meningkatkan konsentrasi PM_{2,5}⁹. Penelitian lain yaitu Kajian Particulate Matter & Kebisingan pada pemukiman di sekitar Jalan Tol Kedungmundu Semarang menyebutkan bahwa PM_{2,5} dihasilkan dari pembakaran bahan bakar kendaraan yang setiap harinya melintasi jalan tol, serta dapat merusak sistem kerja paru-paru oada masyarakat yang bertempat tinggal disekitar jalan tol¹⁰. Penelitian lain mengenai Studi Pemantauan Konsentrasi PM_{2,5} di dekat Jalan raya di Maryland USA menunjukkan bahwa 12 hingga 17 persen PM_{2,5} dari lokasi dekat jalan Tol¹¹.

Pengukuran PM_{2,5} di titik lokasi kedua Kawasan Industri Cimahi (JL. Raya Leuwigajah) menunjukkan hasil 61 µg/Nm³ dan angka tersebut masih dibawah baku mutu udara. Kawasan Industri Cimahi merupakan tempat dimana seluruh perusahaan-perusahaan terpusat di satu wilayah, berbagai macam industri dan kegiatannya menghasilkan pencemaran udara termasuk PM_{2,5}. Angka 61 µg/Nm³ hampir mendekati batas baku mutu udara, dikarenakan Kota Cimahi sedang melaksanakan PPKM level 3 Pandemi Covid-19 yang membatasi seluruh kegiatan masyarakat, sehingga pekerja ataupun industri yang tidak termasuk ke dalam industri yang diperbolehkan untuk beroperasi selama Pandemi Covid-19 sementara berhenti beroperasi atau dikurangi jam operasi industrinya. Hal tersebut seperti dalam penelitian Kualitas Udara Ambien di Sekitar Industri Semen Bosowa Kabupaten Maros yang menunjukkan bahwa konsentrasi PM_{2,5} dilokasi penelitian rendah dikarenakan masih banyaknya lahan hijau dan tumbuh-tumbuhan disekitar rumah-rumah warga sehingga PM_{2,5}

akan mengendap ke daun-daun tanaman sehingga akan berkurang jumlahnya kenpemukiman masyarakat¹². Penelitian lain yang berbeda menjelaskan bahwa Kawasan industri berperan besar terhadap peningkatan PM_{2,5} di udara ambien, seperti dalam penelitian Analisis Risiko Paparan PM_{2,5} di Kawasan Industri Semen, bahwa kenaikan dan penurunan konsentrasi PM_{2,5} dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti ketinggian cerobong pembuangan, kecepatan angin dan kontur wilayah sekitar¹³. Penelitian lain mengenai Identifikasi dan Analisis Kualitas Udara PM₁₀ dan PM_{2,5} di Kawasan Industri Baja Cilegon Banten menunjukkan bahwa konsentrasi sangat bervariasi tergantung pada kondisi lokasi pengambilan sampel dengan kisaran konsentrasi rata-rata 89,38 - 141,13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ untuk PM₁₀ dan 21,74 - 50,69 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ untuk PM_{2,5}¹⁴.

Titik lokasi ketiga yaitu Bawah Jembatan Cimindi (sebelum rel kereta) dengan nilai pengukurannya 49 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, angka tersebut masih dibawah baku mutu udara ambien nasional. Kawasan Cimindi merupakan pusat dimana kendaraan dari arah Kota Cimahi dan Kota Bandung bertemu, sehingga sering terjadi kepadatan lalu lintas. Nilai pengukuran PM_{2,5} di Cimindi masih dibawah baku mutu udara disebabkan karena sedang dilaksanakan PPKM Level 3 Covid-19 di Cimahi, sehingga kendaraan dari arah Kota Cimahi dan Kota Bandung cenderung sedikit. Hal ini dapat ditegaskan bahwa kepadatan lalu lintas merupakan salahsatu faktor terjadinya peningkatan PM_{2,5} oleh kendaraan dijalanan. Seperti dalam penelitian Risiko Kesehatan Paparan PM_{2,5} pada Pedagang Kaki Lima Di Bawah Flyover Pasar Pagi Jakarta, bahwa konsentrasi PM_{2,5} sangat tinggi yang berasal dari kendaraan yang melewati daerah tersebut dan berdampak kepada kesehatan para pedagang yang da dikawasan tersebut¹⁵. Penelitian lain mengenai Efek Kesehatan dari Particulate Matter dalam Sistem Perkeretaapian Bawah Tanah menunjukkan bahwa adanya Particulate Matter yang akan mempengaruhi kesehatan para mekanis dan disekitar Stasiun Kereta Api¹⁶.

Pertigaan RM Ampera Cimahi merupakan titik lokasi keempat dengan nilai pengukurannya 59 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, angka tersebut masih dibawah baku mutu udara. Kawasan pertigaan RM Ampera Cimahi menjadi tempat yang sangat padat dilalui oleh kendaraan dari arah Kota Cimahi maupun dari Kota Bandung, serta pertigaan salahsatu arahnya dapat memotong jalan langsung untuk lebih dekat menuju Kota Bandung. Nilai pengukuran PM_{2,5} masih dibawah baku mutu udara disebabkan oleh PPKM Level 3 Covid-19 yang sedang dilaksanakan, sehingga kendaraan yang melalui kawasan tersebut sangat sedikit. Hal ini menunjukkan bahwa kepadatan kendaraan mempengaruhi peningkatan konsentrasi PM_{2,5} di udara. Seperti dalam penelitian Pengaruh PM_{2,5} dan PM₁₀ Terhadap Keluhan Pernafasan di RTH DKI Jakarta, bahwa PM_{2,5} dan PM₁₀ berasal dari bahn bakar fosil, dimana transportasi umum dan pribadi banyak melewati lokasi tersebut². Penelitian lain yaitu Dampak Kemacetan Lalu Lintas pada Kualitas Udara PM_{2,5} di Nairobi Kenya menunjukkan bahwa konsentrasi PM_{2,5} pada siang hari sangat tinggi di lokasi yang berdekatan dengan jalan raya, mempunyai nilai 50,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sampai dengan 128,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ¹⁷. Titik lokasi ini juga banyak pedagang-pedagang yang berjualan di pinggir jalan, pejalan kaki yang melewati jalanan Cimindi ini, meskipun konsentrasi PM_{2,5} rendah tetapi bila terhirup setiap harinya akan mempengaruhi kesehatan, terlebih kepada subkelompok atau populasi yang rentan seperti ibu hamil, orang tua, dan anak-anak^{18,19,20}.

Pengukuran PM_{2,5} dititik kelima yaitu di Pertigaan Masjid Agung Cimahi dengan nilai pengukurannya 42 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, masih dibawah baku mutu udara ambien nasional Pertigaan Masjid Agung Cimahi merupakan titik kepadatan di wilayah Kota Cimahi. Kendaraan dari luar wilayah Cimahi melewati jalur ini, ataupun kendaraan yang ingin ke arah Lembang melewati jalur ini. Pengukuran PM_{2,5} di titik ini masih dibawah baku mutu udara yang disebabkan karena Level 3 PPKM Covid-19 sedang berlangsung sehingga kendaraan yang melintas wilayah ini cenderung sedikit. Seperti dalam penelitian Pemantauan Kualitas Udara

Ambien Daerah Padat Lalu Lintas dan Komersial DKI Jakarta, bahwa PM_{2,5} muncul di udara ambien berasal dari sumber emisi kendaraan²¹. Penelitian lain yang mengukur PM_{2,5} pada Polisi Lalu Lintas menunjukkan bahwa konsentrasi PM_{2,5} pada Polisi Lalu Lintas di Jakarta tinggi pada saat hari kerja dibandingkan dengan akhir pekan, ini disebabkan karena tingginya volume kendaraan yang akan bekerja baik menggunakan kendaraan pribadi maupun kendaraan umum²². Penelitian lain yaitu melihat hubungan kadar PM₁₀ dan PM_{2,5} di daerah lalu lintas tinggi di Thailand menunjukkan bahwa kondisi jalan raya yang tinggi lalu lintasnya atau padat kendaraannya akan meningkatkan konsentrasi PM_{2,5} dan PM₁₀ di udara ambien²³..

SIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa gambaran kesiapan klien penyalahguna narkoba dalam menghadapi terapi rehabilitasi melalui instrumen URICA di BNN Kota Cimahi didominasi oleh klien pada tahap kontemplasi dimana klien sudah siap untuk melakukan paya program rehabilitasi untuk kesembuhan dari ketergantungan penggunaan zat nya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Saepudin A, Admono T. Kajian Pencemaran Udara Akibat Emisi Kendaraan Bermotor di DKI Jakarta. Vol. 28, Jurnal Teknologi Indonesia. 2005. p. 29–39.
2. Inaku AHR, Novianus C. 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.
3. Heinrich J, Slama R. Fine Particles, A Major Threat To Children. International Journal Hygiene Environment Health. 2007;210(5):617–22.
4. WHO. WHO Guidelines for Indoor Air Quality: Selected Pollutants. Food Nutrition Bulletin. 2010;2(1):1–3.
5. Greenstone M, Fan Q (Claire). Kualitas Udara Indonesia yang Memburuk dan Dampaknya terhadap Harapan Hidup [Internet]. Air Quality Life Index. 2019. Available from: <https://aqli.epic.uchicago.edu/wp-content/uploads/2019/03/Indonesia.Indonesian.pdf>
6. Santoso M, Lestiani DD, Kurniawati S, Markwitz A, Trompeter WJ, Barry B, et al. Long term airborne lead pollution monitoring in Bandung, Indonesia. International Journal PIXE. 2014;24 :151–9.
7. Wardhani E. Profil Kualitas Udara Kota Cimahi Provinsi Jawa Barat. Jurnal Rekayasa Hijau. 2019;3(1):61–70.
8. Indrayani, Asfiati S. Pencemaran Udara Akibat Kinerja Lalu-Lintas. Air Pollutions Due to Traffic Performance of Motor Vehicles in Medan City. Jurnal Pemukiman [Internet]. 2018;13(1):13–20. Available from: <http://103.12.84.119/index.php/JP/article/view/274>
9. Farisqi Aziz M, Abdurrachman A, Chandra I, Ikbali Majid L, Vaicdan F, Awaludin, Salam R. Pemantauan Konsentrasi Gas (CO₂, NO₂) dan Partikulat (PM_{2.5}) pada Struktur Horizontal di Kawasan Dayeuhkolot, Cekungan Udara Bandung Raya. (Monitoring of Horizontal Structure of Gases (CO₂, NO₂) and Particulate (PM_{2.5}) Concentrations in Dayeuhkolot,. Jurnal Sains Dirgantara. 2020;18(1):19–30.
10. Pamurti AA. Kajian Particulate Matter Dan Kebisingan Pada Permukiman Di Sekitar Jalan Tol Kedungmundu Semarang. Indonesian Journal Spatial Planning. 2021;2(1):54.
11. Ginzburg H, Liu X, Baker M, Shreeve R, Jayanty RKM, Campbell D, et al. Monitoring study of the near-road PM_{2.5} concentrations in Maryland. Journal Air Waste Management Association . 2015;65(9):1062–71. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/10962247.2015.1056887>
12. Duppa A, Daud A, Bahar B. Kualitas Udara Ambien Di Sekitar Industri Semen Bosowa Kabupaten Maros. Jurnal Kesehatan Masyarakat Maritim. 2020;3(1):86–92.
13. Novirsa R, Achmadi U, Fahmi. Analisis Risiko Paparan PM_{2,5} di Udara Ambien Siang Hari terhadap Masyarakat di Kawasan Industri Semen Risk Analysis of PM_{2,5} Exposure in Ambien Air at Noon



- towards Community in Cement Industrial Estate. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*. 2012;7(4):173–9.
14. 14. Setiawati I, Ermawati R, Kang K, Chang I, Hong K, Ervina E, et al. a Preliminary Result of Air Quality Identification and Analysis of Pm₁₀ and Pm_{2.5} in Steel Industrial Area, Cilegon, Banten. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*. 2019;10(1):22–8.
 15. 15. Sembiring ETJ. Risiko Kesehatan Pajanan Pm_{2,5} Di Udara Ambien Pada Pedagang Kaki Lima Di Bawah Flyover Pasar Pagi Asemka Jakarta. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 2020;26(1):101–20.
 16. 16. Loxham M, Nieuwenhuijsen MJ. Health effects of particulate matter air pollution in underground railway systems- A critical review of the evidence. *Particulate Fibre Toxicology*. 2019;16(1):1–24.
 17. 17. Kinney PL, Gichuru MG, Volavka-Close N, Ngo N, Ndiba PK, Law A, et al. Traffic impacts on PM_{2.5} air quality in Nairobi, Kenya. *Environment Science Policy*. 2011;14(4):369–78. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2011.02.005>
 18. 18. Ibald-Mulli A, Timonen KL, Peters A, Heinrich J, Wölke G, Lanki T, et al. Effects of particulate air pollution on blood pressure and heart rate in subjects with cardiovascular disease: A multicenter approach. *Environment Health Perspectif*. 2004;112(3):369–77.
 19. 19. Pope III CA, Burnett RT, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, Thurston GD. Lung Cancer, Cardiopulmonary Mortality, and Long-term Exposure to Fine Particulate Air Pollution. *Journal of The American Medical Association*. 2002;287(9):1132–41. Available from: <http://jama.jamanetwork.com/article.aspx?doi=10.1001/jama.287.9.1132>
 20. 20. Jansen KL, Larson T V., Koenig JQ, Mar TF, Fields C, Stewart J, et al. Associations between health effects and particulate matter and black carbon in subjects with respiratory disease. *Environmental Health Perspectif*. 2005;113(12):1741–6.
 21. 21. Muliane U, Lestari P. Pemantauan Kualitas Udara Ambien Daerah Padat Lalu Lintas Dan Komersial Dki Jakarta: Analisis Konsentrasi Pm_{2,5} Dan Black Carbon. *Jurnal Tehnik Lingkungan*. 2014;18(2):178–88.
 22. 22. Ramdhan DH, Ahmad EF, Kurniasari F, Rizky ZP, Atmajaya H, Santoso M. Personal exposure of traffic policeman to particulate matter in jakarta: Distribution of size, chemical composition, and work time. *Kesmas : National Public Health Journal*. 2019;14(2):70–5.
 23. 23. Sahanavin N, Prueksasit T, Tantrakarnapa K. Relationship between PM₁₀ and PM_{2.5} levels in high-traffic area determined using path analysis and linear regression. *Journal Environmental Sciences*. 2018;69:105–14. Available from:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jes.2017.01.017>