



Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Debu PM10 dan PM2.5 pada Relawan Lalu Lintas di Jalan Diponegoro Ungaran

Kartika Dian Pertiwi¹, Ita Puji Lestari², Alfian Afandi³

^{1,2,3} Universitas Ngudi Waluyo, Semarang, Indonesia

Email Korespondensi: kartikadian92@gmail.com

Info Artikel: Diterima Juni 2023; Disetujui Juli 2023 Publikasi Juli 2023

ABSTRAK

Indeks kualitas udara suatu daerah dinilai dengan melihat parameter lingkungan yang menjadi standart pemantauan kualitas udara diantara PM2.5, PM10. Baik PM2.5 maupun PM10 dapat terhirup, dan beberapa di antaranya mengendap di saluran udara. Gangguan pernapasan yang timbul akibat partikel PM 10 dan PM 2.5 antara lain batuk-batuk, menurunnya fungsi paru, kanker paru-paru, asma, kesulitan bernapas hingga kematian. Studi pendahuluan diperoleh nilai PM10 ruas jalan diponegoro sebesar 50,57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan PM 2.5 sebesar 32,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Besarnya risiko kesehatan yang dapat diterima atau untuk memperkirakan risiko kesehatan dari paparan PM10 dan PM2.5 dapat dihitung menggunakan metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis risiko kesehatan lingkungan PM10 dan PM2.5 pada populasi yang terpapar langsung polusi udara ambien di sepanjang jalan Diponegoro Tahun 2023. Populasi lingkungan adalah semua udara PM10 dan PM2.5 di Jalan Diponegoro Ungaran. Populasi manusia yang diambil dalam penelitian ini adalah para relawan yang bekerja di Jalan Diponegoro Ungaran. Sampel diambil secara purposive sebanyak 24 titik sampel yang merupakan titik dengan aktivitas manusia lebih tinggi, pengukuran PM10 dan PM2.5 dilakukan setiap pagi dan sore hari menggunakan Air Quality Monitor. Hasil penelitian menunjukkan tingkat resiko pada 24 titik memiliki $\text{RQ} \geq 1$ untuk PM10 dan PM2.5, sehingga dapat disimpulkan bahwa termasuk dalam kategori risiko tidak aman.

Kata kunci: PM10, PM2.5, Polusi Udara, Relawan Lalu Lintas

ABSTRACT

The air quality index of an area is assessed by looking at environmental parameters that are the standard for monitoring air quality between PM2.5, and PM10. Both PM2.5 and PM10 can be inhaled, and some of them settle in the airways. Respiratory disorders caused by PM 10 and PM 2.5 particles include coughing, decreased lung function, lung cancer, asthma, difficulty breathing and death. A preliminary study obtained a PM10 value for the Diponegoro road section of 50.57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ and PM 2.5 of 32.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. The amount of acceptable health risk or to estimate the health risk from exposure to PM10 and PM2.5 can be calculated using the Environmental Health Risk Analysis (ARKL) method. The purpose of this study was to analyze the environmental health risks of PM10 and PM2.5 in the population directly exposed to ambient air pollution along Diponegoro Street in 2023. The environmental population is all PM10 and PM2.5 air on Diponegoro Street Ungaran. The human population taken in this study were volunteers working on Jalan Diponegoro Ungaran. Samples were taken purposively at 24 sample points which were points with higher human activity, PM10 and PM2.5 measurements were carried out every morning and evening using an Air Quality Monitor. The results showed that the risk level at 24 points had $\text{RQ} \geq 1$ for PM10 and PM2.5, so it can be concluded that it is included in the unsafe risk category.

Keywords: PM10, PM2.5, Air Pollution, Traffic Volunteers

PENDAHULUAN

Seiring perkembangan zaman kualitas udara di Indonesia semakin memburuk, hal ini

disebabkan oleh meningkatnya pengguna alat transportasi dan peningkatan aktifitas industri. Hal ini memicu terjadinya pencemaran udara (polusi

udara) yang dapat menimbulkan permasalahan pada kesehatan pada kesehatan, terutama di wilayah industri dan kota-kota besar. **Polusi udara** merupakan salah satu permasalahan yang sering terjadi pada setiap tahun. Selain di perkotaan besar, polusi udara dapat terjadi pada wilayah seperti desa, pertambangan, dan lain sebagainya. Perkembangan teknologi yang meningkat pesat menyebabkan kinerja produksi perusahaan meningkat hingga lima puluh persen lebih besar dari sebelum adanya Industri 4.0 dan menjadi salah satu sumber permasalahan polusi udara yang terjadi di Indonesia¹.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) menyatakan bahwa sektor transportasi menjadi penyumbang polusi udara terbesar dengan 44 persen, diikuti oleh sektor industri (31 persen), manufaktur (10 persen), perumahan (14 persen), dan komersial (1 persen). Faktor lain penyebab kondisi tersebut, adalah kemarau panjang selama tiga bulan terakhir yang menimbulkan peningkatan konsentrasi polutan tinggi². Pada tahun 2023 Indeks polusi udara di Indonesia mengalami kenaikan. Jika dibandingkan dengan tahun 2022 indeks polusi udara naik sebesar 1 mikrogram per meter kubik. Hal tersebut terjadi karena adanya fenomena El Nino dan Indian Ocean Dipole (IOD) yang cukup kuat pada tahun 2023.³ Tujuh juta orang di dunia kehilangan nyawa disebabkan oleh polusi udara⁴ Penyakit gangguan saluran pernafasan, jantung, kanker, gangguan reproduksi dan hipertensi (tekanan darah tinggi) merupakan dampak yang ditimbulkan oleh polusi udara yang buruk. Indonesia menempati peringkat ke 61 dengan angka indeks kualitas udara terburuk di dunia. Indeks kualitas udara suatu daerah dinilai dengan melihat parameter lingkungan yang menjadi standart pemantauan kualitas udara yaitu PM2.5, PM10, O₃, NO₂, SO₂, CO⁵. Namun, Polutan udara yang paling banyak di lingkungan perkotaan saat ini adalah ozon (O₃), nitrogen dioksida (NO₂), dan partikel (PM)⁶. Indeks kualitas udara di Semarang termasuk dalam kategori sedang dengan konsentrasi PM2.5 sebesar 14 µg/m³⁷. angka ini lebih besar 2,8 kali dari nilai kualitas udara untuk PM2.5 yang direkomendasikan oleh WHO yaitu sebesar 5µg/m³⁵. Indeks kualitas udara untuk di kecamatan Ungaran sebesar 119 AQI US dengan polutan utama yaitu PM2.5 termasuk dalam kategori tidak sehat.

Konsentrasi PM2.5 di Ungaran saat ini 8.6 kali nilai panduan kualitas udara tahunan dimana yang direkomendasikan oleh WHO sebesar 15 µg/m³⁸. Menurunnya kategori indeks kualitas lingkungan Ungaran dipengaruhi oleh adanya peningkatan pembangunan fisik dan pusat-pusat industri di sepanjang jalan utama lalu lintas seperti Jalan Diponegoro Ungaran. Sejalan dengan hal tersebut, angka pertumbuhan kendaraan bermotor di perkotaan khususnya di Kabupaten Semarang

yang meningkat memberikan implikasi pada peningkatan emisi gas buang kendaraan. Polusi udara yang dihasilkan kendaraan bermotor dan pusat industri dapat berupa debu dan gas karsinogen⁹. Polusi atau pencemaran udara menjadi permasalahan yang menimbulkan resiko terhadap kesehatan. Partikulat debu kasar atau Particulate Matter merupakan salah satu pencemar udara yang berbahaya dan dapat menimbulkan masalah bagi kesehatan. Partikulat di udara (PM) memiliki banyak campuran dari spesies kimia. PM itu sendiri merupakan campuran yang kompleks antara padatan dengan aerosol yang terdiri dari fargmen padat kering, tetesan kecil cairan, dan inti padat dengan lapisan cair. Partikel memiliki berbagai macam variasi dalam bentuk, ukuran dan komposisi kimia, dan mungkin mengandung senyawa logam, ion anorganik, senyawa organik, unsur karbon, senyawa logam, dan senyawa dari kerak bumi.

Tujuan pengaturan kualitas udara ditentukan berdasarkan diameter partikel. Bahan-bahan yang dapat terhirup oleh paru-paru memiliki diameter 10 mikron atau kurang (PM10) dan dapat menimbulkan dampak buruk terhadap kesehatan. Partikel yang berdiameter 2,5 mikron atau kurang (PM2.5) disebut sebagai partikulat halus. Oleh sebab itu, PM2.5 merupakan bagian dari PM10.¹⁰. Baik PM2.5 maupun PM10 dapat terhirup, dan beberapa di antaranya mengendap di saluran udara. Lokasi pengendapan partikel dapat terjadi di daerah paru-paru yang di klasifikasikan berdasarkan ukuran partikel. Ukuran partikulat PM2.5 kemungkinan besar akan mudah masuk dan mengendap di permukaan paru-paru yang lebih dalam, dan PM10 besar kemungkinan dapat mengendap di permukaan saluran udara yang lebih besar contohnya di bagian atas paru-paru. Kerusakan jaringan dan peradangan paru-paru disebabkan oleh partikel yang mengendap di permukaan paru-paru¹¹. Gangguan pernapasan yang timbul akibat partikel PM 10 dan PM 2.5 antara lain batuk-batuk, menurunnya fungsi paru, kanker paru-paru, asma, kesulitan bernapas hingga kematian¹². Kecamatan Ungaran sebagai ibukota kabupaten Semarang menjadi pusat pengembangan yang dengan mudah mengalami pertumbuhan pesat di berbagai sector transportasi. Transportasi yang digunakan sebagai penunjang aktivitas masyarakat yang sangat penting dan diperlukan saat ini. Peningkatan jumlah penduduk dan pertumbuhan ekonomi memberi dampak pertumbuhan sector transportasi yang meningkat pesat. Populasi berisiko yang mudah terpapar PM10 dan PM2.5 akibat aktivitas transportasi diantaranya adalah sukarelawan petugas lalu lintas (supeltas), tukang parkir, tukang tambal ban, satpam disepanjang jalan utama⁴. Jalan Diponegoro merupakan ruas jalan di Ungaran dengan berbagai macam aktivitas diantaranya adalah institusi pendidikan, kantor pemerintahan, kawasan

komersial, dan pusat kegiatan masyarakat yang lainnya.

Berdasarkan hasil studi pendahuluan diperoleh nilai PM10 ruas jalan diponegoro sebesar 50,57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan PM 2.5 sebesar 32,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dengan pengukuran yang dilakukan di pagi hari pada jam puncak aktivitas lalu lintas. Keduanya melebihi standart yang direkomendasikan oleh WHO dimana PM 2.5 sebesar 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan PM10 sebesar 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Wawancara dilakukan pada 3 orang supeltas dan 2 tukang tambal ban dimana 2 orang supeltas di ruas jalan Diponegoro Ungaran mengalami gejala seperti sesak napas ketika bekerja di jampuncak lalu lintas, dan 1 tukang tambal ban mengalami batuk ketika beraktivitas di jam puncak lalu lintas.

Besarnya risiko kesehatan yang dapat diterima dan untuk memperkirakan risiko kesehatan dari paparan PM10 dan PM2.5 dapat dihitung menggunakan metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Metode ARKL terdiri dari tahap identifikasi bahaya, analisis dosis respon, analisis paparan, dan karakterisasi risiko. Selanjutnya ada tahap manajemen risiko dan komunikasi risiko sebagai bentuk tindak lanjut dari ARKL¹³. Analisis risiko kesehatan lingkungan pajanan PM10 pada pedagang kaki lima akibat transportasi, mendapatkan hasil bahwa estimasi karakterisasi risiko menunjukkan tingkat risiko yang diterima pedagang kaki lima pada konsentrasi PM10 rata-rata sudah tidak aman pada 15 tahun yang akan datang, sedangkan pada konsentrasi PM10 maksimum sudah tidak aman pada 5 tahun yang akan datang¹⁴. Melihat peran penting PM10 dan PM2.5 dalam menentukan kualitas udara dan juga dapat menimbulkan risiko kesehatan manusia, terutama terhadap populasi yang terpapar langsung polusi udara ambien, seperti sukarelawan petugas lalu lintas (supeltas), tukang parkir, tukang tambal ban, satpam disepanjang jalan Diponegoro, maka peneliti ingin melakukan penelitian mengenai analisis risiko kesehatan lingkungan paparan PM10 dan PM2.5 terhadap sukarelawan petugas lalu lintas (supeltas), tukang parkir, tukang tambal ban, satpam disepanjang jalan Diponegoro tahun 2023.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Jalan Diponegoro Kecamatan Ungaran Kabupaten Semarang, dengan jumlah titik sampel sebanyak 24

titik sebagai tempat yang padat lalu lintas karena Jalan Diponegoro merupakan jalan utama. Penelitian ini merupakan penelitian Observasional Analitik dengan menggunakan metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL).

Metode ARKL digunakan untuk memperkirakan besarnya risiko saat ini dan risiko dimasa yang akan datang. Terdapat dua populasi dalam penelitian ini yaitu populasi manusia dan populasi lingkungan. Populasi lingkungan adalah semua udara PM10 dan PM2.5 di Jalan Diponegoro Ungaran. Populasi manusia yang diambil dalam penelitian ini adalah para relawan yang bekerja di Jalan Diponegoro Ungaran. Adapun sampel lingkungan penelitian ini adalah 24 titik sampel dengan mengukur konsentrasi udara PM 10 dan PM 2.5 setiap pagi dan sore hari. Dengan relawan sebanyak 24 orang diantaranya yaitu tukang parkir, satpam, supeltas, dan tukang tambal ban.

Sampel udara di ambil pada 24 titik yaitu pertigaan UNW, tambal ban UNW, virgin, sop ayam pak min, sate pak kempleng, mang engking, tambal ban 2, soto seger mbok giyem, MCD, SMP N 1 UNGARAN, SMA N 1 UNGARAN, istiqomah, ungaran square, pertigaan benteng, waroeng steak, super penyat, tambal ban SPBU, superindo, swiss bakery, bank BNI, nasi padang, soto pak kerri, sate kempleng, aneka sari, KFC, dan gacoan. Setiap titik dilakukan pengulangan 2 kali dalam sehari yakni pagi dan sore pada jam padat. Dengan menggunakan alat pengukuran yang bernama air quality monitor. Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan. Adapun tahapan analisis data dalam penelitian ini adalah analisis risiko kesehatan lingkungan yang dilakukan untuk mengetahui tingkat risiko pada responden (Risk Quotient/RQ)¹⁵

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi bahaya

Identifikasi bahaya merupakan suatu proses yang dilakukan untuk menentukan konsentrasi bahan kimia yang dapat mempengaruhi kesehatan. Identifikasi bahaya dilakukan terhadap konsentrasi PM10 dan PM2.5 di Jalan Diponegoro Ungaran.

Tabel 1. Hasil pengukuran konsentrasi PM10 dan PM2.5 di ruas Jalan Diponegoro

Titik sampel	Pagi		Sore	
	PM 2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM 2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
titik 1	46,79	139,00	51,29	73,50
titik 2	36,79	59,00	47,00	71,29
titik 3	32,14	50,57	42,07	64,50
titik 4	33,07	51,21	45,50	68,79
titik 5	33,29	52,64	56,64	80,29
titik 6	30,79	48,36	59,93	84,00

Titik sampel	Pagi		Sore	
	PM 2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM 2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
titik 7	28,29	47,86	46,64	69,57
titik 8	28,71	46,50	52,57	73,43
titik 9	25,93	43,36	49,86	62,86
titik 10	44,36	57,29	66,14	85,21
titik 11	51,93	67,00	63,14	81,57
titik 12	41,43	51,29	59,43	77,50
titik 13	44,64	58,07	57,64	73,64
titik 14	40,71	57,86	55,71	68,36
titik 15	40,50	48,43	67,14	88,21
titik 16	41,71	53,29	58,07	76,14
titik 17	46,86	59,64	73,57	92,36
titik 18	55,21	70,79	72,50	93,07
titik 19	46,71	59,64	65,57	85,07
titik 20	46,07	59,36	57,93	74,07
titik 21	45,71	53,07	60,29	77,50
titik 22	40,21	47,57	65,64	84,57
titik 23	46,86	60,86	61,71	77,86
titik 24	42,79	54,50	61,71	77,86
Rata-rata	37,37	53,74	53,76	71,59

Tabel 1 menunjukkan bahwa hasil pengukuran konsentrasi PM10 dan PM2.5 pada semua lokasi titik sampling udara ambien berada pada konsentrasi tinggi dan tidak memenuhi persyaratan yang direkomendasikan oleh WHO dengan konsentrasi PM10 sebesar $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan PM2.5 sebesar $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ ⁵, namun angka ini masih memenuhi persyaratan kesehatan lingkungan jika dibandingkan dengan Standar baku luar ruangan yang ditetapkan di peraturan menkes untuk PM2,5 yakni sebesar $55\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan PM10 sebesar $75\mu\text{g}/\text{m}^3$ ¹⁶.

Konsentrasi PM10 tertinggi berada pada titik 18 di depan sebuah supermarket dan sekolah pada pengukuran pagi dan sore hari dimana pengukuran dilakukan pada jam 7.00-9.00 WIB dan 16.00-18.00 WIB. Pada waktu tersebut merupakan jam puncak aktivitas lalu lintas dimana volume kendaraan yang melintas lebih banyak karena bertepatan dengan waktu berangkat kerja dan sekolah serta pulang kerja di sore hari. Hal ini sejalan dengan penelitian Gunaprawira 2021 yang menyebutkan bahwa konsentrasi PM10 dan PM2.5 di pagi dan malam hari melebihi bakumutu pada pengukuran dalam ruangan alat transportasi karena dipengaruhi oleh emisi dari kendaraan yang masuk ke dalam ruang alat transportasi¹⁷. Konsentrasi

PM2.5 tertinggi titik sebelas dengan kadar PM2.5 sebesar $51,93\mu\text{g}/\text{m}^3$ pada pengukuran pagi hari dan $17,7\mu\text{g}/\text{m}^3$ pada lokasi pengambilan sampel di titik 17 di lokasi tambal ban di depan SPBU dengan konsentrasi PM2.5 sebesar $73,57\mu\text{g}/\text{m}^3$. Hal ini dapat dipengaruhi oleh karakteristik kendaraan bermotor yang melintas baik di ruas jalan diponegoro ataupun kendaraan yang melintas untuk berhenti di SPBU, dimana jumlah volume kendaraan pada jam tersebut lebih banyak. Hal ini juga sejalan dengan penelitian dimana jam sibuk aktivitas SPBU berlangsung mulai pagi di jam 7.00-14.00 WIB¹⁸. Selain itu pada penelitian oktaviania 2018 juga memberikan hasil bahwa konsentrasi PM10 dan PM 2.5 saat hari kerja lebih besar $73,468\mu\text{g}/\text{m}^3$ sejalan dengan hasil penelitian ini yang menunjukkan rata rata konsentrasi PM10 sebesar $71,59\mu\text{g}/\text{m}^3$ di sore hari¹⁹.

Analisis Paparan

Analisis paparan dilakukan untuk mengetahui nilai asupan (intake) dari agen risiko PM10 dan PM2.5 dalam tubuh responden. Hasil pengukuran nilai intake minimal, maksimal dan rata rat dapat dilihat pada tabel berikut:

Table 2. Analisis Paparan

Konsentrasi@	Konsentrasi $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Intake (mg/kg/hari)	
	PM10	PM2.5	PM10	PM2.5
C minimal	53,11	37,11	2,66	1,80
C maksimal	106,25	63,86	15,83	12,39

Tabel 2. menunjukkan bahwa laju asupan udara yang terhirup pada konsentrasi minimal untuk PM10 sebesar 2,66 mg/kg/hari dan PM2.5 sebesar 1,8 mg/kg/hari, konsentrasi maksimal untuk PM10 sebesar 15,83 mg/kg/hari dan PM2.5 sebesar 12,39 mg/kg/hari, dan konsentrasi rata-rata sebesar 7,18 mg/kg/hari untuk PM10 dan 5,29 mg/kg/hari untuk PM2.5. semakin besar nilai konsentrasi PM10 dan PM2.5 maka semakin besar nilai asupan/intake yang diterima oleh responden penelitian. Variable intake merupakan hasil perkalian konsentrasi \otimes PM10 dan memasukkan nilai-nilai karakteristik antropometri dan pola aktifitas yang terdiri dari laju asupan \otimes , waktu pajanan (te), frekuensi pajanan (fe), durasi pajanan (Dt), berat badan (Wb) dan periode rata-rata (tavg). perbedaan nilai intake pada masing-masing titik lokasi sampling dipengaruhi oleh perbedaan konsentrasi PM10 dan PM2.5. Nilai asupan atau intake yang lebih tinggi menjadikan daerah tersebut lebih beresiko dari pada daerah lainnya. Semakin lama

durasi pajanan harian, frekuensi pajanan tahunan, dan waktu responden yang terpajan agen risiko maka akan semakin besar nilai asupan(intake) yang diterima oleh orang tersebut dan semakin beresiko terhadap gangguan kesehatan akibat pajanan agent tersebut. Selain itu nilai asupan atau intake berbanding terbalik dengan berat badan, maka semakin besar berat badan seseorang, akan semakin kecil asupan (intake) yang diterima oleh responden²⁰.

Karakterisasi Risiko

Risk Quotients (RQ) atau karakterisasi risiko merupakan langkah terakhir dalam penilaian risiko kesehatan lingkungan (ARKL). Proses perhitungan pada karakterisasi risiko merupakan hasil perbandingan antar dosis paparan atau intake dengan RfC atau nilai konsentrasi aman. $RQ = I/RfC$ yang digunakan pada penelitian 0,014 mg/kg/hari. Tingkat risiko dinyatakan aman jika nilai $RQ \leq 1$ tidak aman jika nilai $RQ \geq 1$.⁴

Tabel 3. Nilai Risk Quotient (RQ) pada Relawan Lalu Lintas

Konsentrasi ©	Konsentrasi $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Intake (mg/kg/hari)		RfC (mg/kg/hari)		RQ	
	PM1	PM2.	PM1	PM2.5	PM1	PM2.	PM10	PM2.5
	0	5	0		0	5		
C minimal	53,11	37,11	2,66	1,80	0,01	0,014	190,24	180,31
C maksimal	106,2	63,86	15,8	12,39	0,01	0,014	1130,7	1239,0
	5		3				7	7
Rata-rata	62,66	45,56	7,18	5,29	0,01	0,014	512,81	529,27

Tabel 3. Menunjukkan bahwa nilai RQ konsentrasi minimal PM10 adalah 190,24, konsentrasi maksimal sebesar 180,31. Dengan RQ konsentrasi rata-rata PM10 sebesar 512,81 dan RQ konsentrasi rata-rata PM2.5 sebesar 529,27. Dari hasil perhitungan nilai RQ konsentrasi minimal, maksimal, dan rata-rata semua ≥ 1 .

Hasil penilaian tingkat risiko pada 24 titik memiliki $RQ \geq 1$ untuk PM10 dan PM 2.5 sehingga menunjukkan kondisi risiko tidak aman. Faktor risiko yang membuat nilai RQ PM10 tidak aman berasal dari aktivitas transportasi atau emisi kendaraan. Pembakaran bahan bakar fosil dari aktivitas transportasi merupakan penyumbang terbesar emisi partikulat ke udara. Kendaraan yang melintas sepanjang Jalan Diponegoro Kota Ungaran diantaranya kendaraan roda dua, roda empat, angkutan umum, truk. Jumlah kendaraan seperti pengangkut pasir dapat menjadi penyebab tingginya kadar partikel debu pada semua titik. Pada saat penelitian berlangsung didapati frekuensi kendaraan seperti truk pengangkut pasir lebih padat padasiang hingga sore hari yang menyebabkan angka konsentrasi rata-rata PM10 dan PM2.5 lebih tinggi di sore hari seperti yang disajikan pada tabel 1.

Adapun faktor risiko yang membuat nilai RQ PM2.5 tidak aman adalah kondisi meteorologis di titik lokasi aktivitas manusia serta jumlah

kendaraan. Konsentrasi PM2.5 dipengaruhi oleh faktor meteorologis seperti suhu, kelembaban dan kecepatan angin.²¹ kelembaban sangat mempengaruhi konsentrasi partikel debu. Peningkatan kelembaban udara meningkatkan konsentrasi partikel debu. Kecepatan dan suhu angin menyimpulkan bahwa suhu udara yang tinggi dan angin bertiup lebih cepat menyebabkan partikel debu lebih banyak tersebar di udara²⁰. Pada saat penelitian berlangsung diketahui rata-rata suhu udara terukur masuk dalam kategori suhu udara tinggi yaitu sebesar 31,56°C. hal ini sejalan dengan penelitian Amalia 2021 yang menyebutkan Suhu udara memberikan efek positif atau efek peningkatan terhadap konsentrasi PM10 dan PM2.5²².

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat diberikan kesimpulan sebagai berikut:

Konsentrasi PM10 dan PM2.5 pada semua lokasi titik sampling udara ambien berada pada konsentrasi tinggi dan tidak memenuhi persyaratan yang direkomendasikan oleh WHO dengan konsentrasi PM10 sebesar $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan PM2.5, namun angka ini masih memenuhi persyaratan kesehatan lingkungan jika dibandingkan dengan

Standar baku luar ruangan yang ditetapkan di peraturan menkes nomor 2 tahun 2023.

Laju asupan udara atau intake yang terhirup pada konsentrasi minimal untuk PM10 sebesar 2,66 mg/kg/hari dan PM2.5 sebesar 1,8 mg/kg/hari.

Penilaian tingkat risiko pada 24 titik memiliki RQ \geq luntuk PM10 dan PM 2.5 sehingga menunjukkan kondisi risiko tidak aman

DAFTAR PUSTAKA

- Darmawan FSM, Cholissodin I, Adikara PP. Klasifikasi Pengaruh Polusi Udara di Indonesia terhadap Kesehatan menggunakan Algoritme Kernel Modified K-Nearest Neighbor. *J Pengemb Teknol Inf dan Ilmu Komput.* 2022;6(6):2617-2624. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Nurfadillah AR, K SB. Penilaian Risiko Pajanan Total Suspended Particulate Pada Masyarakat. *Jambura Heal Sport J.* 2023;5(2):104-113. doi:10.37311/jhsj.v5i2.19019
- Verelladevanka Adryamarthanino. Polusi Udara di Indonesia Meningkat pada 2023, Disebabkan El Nino dan IOD. *KOMPAS.* 2024:1.
- Pontoh RAJ. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Pajanan Debu PM10 Pada Relawan Lalu Lintas Di Jalan Urip Sumoharjo Kota Makassar. *J Mirai Manag.* 2020;5(2):43-54. <https://journal.stieamkop.ac.id/index.php/mirai>
- Miles J. *WHO Global Air Quality Guidelines.*; 2021.
- Li T, Hu R, Chen Z, et al. Fine particulate matter (PM2.5): The culprit for chronic lung diseases in China. *Chronic Dis Transl Med.* 2018;4(3):176-186. doi:10.1016/j.cdtm.2018.07.002
- IQAir. *Indeks Kualitas Udara (AQI) Kota Semarang Dan Polusi Udara Di Indonesia.*; 2023. [/www.iqair.com/id/indonesia/west-java/tasikmalaya](http://www.iqair.com/id/indonesia/west-java/tasikmalaya)
- IQAir. *Indeks Kualitas Udara (AQI) Ungaran Dan Polusi Udara Di Indonesia.*; 2023. <https://www.iqair.com/id/indonesia/west-java/tasikmalaya>.
- Ismiyati I, Marlita D, Saidah D. Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor. *J Manaj Transp Logistik.* 2014;1(3):241. doi:10.54324/j.mtl.v1i3.23
- Peng RD, Bell ML, Geyh AS, et al. Emergency admissions for cardiovascular and respiratory diseases and the chemical composition of fine particle air pollution. *Environ Health Perspect.* 2009;117(6):957-963. doi:10.1289/ehp.0800185
- Arba S. Kosentrasi Respirable Debu Particulate Matter (PM 2,5) Dan Gangguan Kesehatan Pada Masyarakat Di Pemukiman Sekitar PLTU. *Promot J Kesehat Masy.* 2019;9(2):178-184.
- Nirmala DS, Prasasti CI. Concentration of PM2,5 and Characteristic Analysis of Workers with Health Complaints Smoked Fish Workers in Tambak Wedi Village Surabaya. *J Kesehat Lingkungan.* 2016;8(1):57. doi:10.20473/jkl.v8i1.2015.57-68
- Siswati, Diyanah KC. Analisis Risiko Pajanan Debu (Total Suspended Particulate) Di Unit Packer Pt. X. *J Kesehat Lingkungan.* 2022;9(1):100-110. <https://e-journal.unair.ac.id/JKL/article/download/9179/5168/30137>
- Wulandari A, Hanani YD, Raharjo M. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Pajanan Particulate Matter (Pm10) Pada Pedagang Kaki Lima Akibat Aktivitas Transportasi (Studi Kasus : Jalan Kaligawe Kota Semarang). *J Kesehat Masy.* 2016;4(3):677-691. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkm>
- Ismah Latifah H, Gusti A, Pristi Rahmah S. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) Pajanan PM2.5 Pada Siswa Di SD N 28 Mandau Duri Riau Tahun 2020. *J Keselam Kesehat Kerja dan Lingkung.* 2021;2(1):1-10. doi:10.25077/jk31.2.1.1-10.2021
- Kesehatan K. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023.*; 2023:10-17.
- Gunaprawira KM, Sumeru S, Sutandi T. Analisis Konsentrasi PM10 dan PM2.5 pada Moda Transportasi Kereta Api, Bus, Angkutan Kota, Mobil Baru, dan Mobil Lama. *Pros Ind Res Work Natl Semin.* 2021;12:840-845. <https://jurnal.polban.ac.id/ojs-3.1.2/proceeding/article/view/2807>
- Ginting DB, Santosa I, Trigunarsa SI. Kadar Oksigen Darah Petugas Operator SPBU Kota Bandar Lampung Tahun 2022. *J Anal Kesehat.* 2022;11(2):104. doi:10.26630/jak.v11i2.3553
- Oktaviani E. paparan PM 10 dan TSP. Published online 2018.
- Pm P, Keluhan Dan, Mata K, Bagian P. Produksi Pt . Varia Usaha Beton , Sidoarjo The Exposure of PM10 Dust and The Complaint of Eye ' s Health from Employee of Production Department PT . Varia Usaha Beton , Sidoarjo Universitas Airlangga Surabaya penglihatan , (Gupta , 2007). polutan udara terpapar di udara

secara terus menerus akan menyebabkan gangguan pada mata khususnya pengeringan kornea . Polusi udara sangat berpengaruh terhadap kesehatan mata terutama pada bagian permukaan mata . Gejala mata akibat terpapar polusi udara adalah iritasi mata ringan hingga berat , termasuk dalam bahan pencemar udara yang dapat mengganggu kesehatan manusia . Maka dari itu PT . Varia Usaha. Published online 2011.

21. Maksum TS, Tarigan SFN. Analisis Risiko Kesehatan Akibat Paparan Partikel Debu (Pm2.5) Dari Aktivitas Transportasi. *Jambura Heal Sport J.* 2022;4(1):19-28. doi:10.37311/jhsj.v4i1.13447
22. Amalia A, Marshita B F. Pengaruh Faktor Meteorologis Terhadap Perubahan Konsentrasi PM10 Periode Sebelum dan Saat PSBB di Kota Surabaya dan Sekitarnya. *Bul GAW Bariri.* 2021;2(1):24-36. doi:10.31172/bgb.v2i1.42