

**PERBANDINGAN KONSENTRASI PAPARAN DEBU PM10 DAN PM2,5
DI KOMPLEK PERGUDANGAN INTAN
KECAMATAN PERCUT SEI TUAN**

Putri Syahrani

Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat,
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan**ABSTRACT**

Air pollution is an environmental issue that directly impacts public health. In Medan City, air quality is often in the unhealthy category for sensitive groups. This study aims to compare the concentration of PM10 and PM2.5 exposure in the Intan Warehouse Complex, Percut Sei Tuan District. The method used is descriptive qualitative with a total sampling of 31 days using an air quality detector. The measurement results revealed that the concentration of PM10 dust exposure was in the range of 25–151 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ with a standard deviation of 22.04 and the concentration of PM2.5 was recorded between 12–102 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ with a standard deviation of 17.3. The results of the ratio analysis between PM2.5 and PM10 concentrations showed that most days had a ratio above 0.7, which indicates the dominance of fine particles in the total dust content. Therefore, it can be concluded that PM2.5 dust exposure is more dominant than PM10 dust exposure in the Intan Warehouse Complex.

Keywords: Dust Exposure, PM10 Concentration, PM2,5 Concentration

ABSTRAK

Pencemaran udara merupakan isu lingkungan yang berdampak langsung pada kesehatan masyarakat. Di Kota Medan, kualitas udara sering berada pada kategori tidak sehat bagi kelompok sensitif. Penelitian ini bertujuan membandingkan konsentrasi paparan debu PM10 dan PM2,5 di Komplek Pergudangan Intan, Kecamatan Percut Sei Tuan. Metode yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan total sampling sebanyak 31 hari menggunakan alat air quality detector. Hasil pengukuran mengungkapkan bahwa konsentrasi paparan debu PM10 berada pada rentang 25–151 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dengan standar deviasi sebesar 22,04 dan konsentrasi PM2,5 tercatat antara 12–102 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dengan

standar deviasi 17,3. Hasil analisis rasio antara konsentrasi PM2,5 dan PM10 menunjukkan bahwa sebagian besar hari memiliki rasio di atas 0,7, yang mengindikasikan dominasi partikel halus dalam kandungan debu total. Sehingga dapat disimpulkan bahwa paparan debu PM2,5 lebih dominan dibandingkan paparan debu PM10 di Komplek Pergudangan Intan.

Kata Kunci: Paparan Debu, Konsentrasi
.5 dust PM10, Konsentrasi PM2,5

Correspondence :

Putri Syahrani
email : psyahrani979@gmail.com
Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas
Kesehatan Masyarakat,
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan

How to cite this article :

**PERBANDINGAN KONSENTRASI PAPARAN
DEBU PM10 DAN PM2,5 DI KOMPLEK PER-
GUDANGAN INTAN KECAMATAN PERCUT
SEI TUAN**

PENDAHULUAN

Polusi udara luar ruangan adalah ancaman kesehatan lingkungan yang signifikan secara global, terutama di negara-negara berkembang. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) memperkirakan bahwa pada tahun 2019, paparan terhadap partikel halus di udara menyebabkan sekitar 4,2 juta kematian dini di seluruh dunia. Angka ini mencakup 68% dari total kematian dini akibat polusi udara pada tahun tersebut, menandakan bahwa partikel-partikel debu ini secara langsung berkontribusi pada gangguan pernapasan fatal baik di perkotaan maupun pedesaan (World Health Organization, 2024).

Pencemaran udara menurut Kementerian Lingkungan Hidup tahun (2002) adalah unsur-unsur berbahaya ke dalam atmosfer yang tercampur dan dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan lingkungan, gangguan pada kesehatan manusia serta menurunkan kualitas lingkungan (Kementerian Lingkungan Hidup, 2002). Menurut IQAir pada tahun 2022 Indonesia menduduki peringkat satu udara terburuk di Asia Tenggara, dan pada tahun 2023 masih berada pada angka 105 (tidak sehat bagi kelompok sensitif) (IQ Air, 2025).

Polusi udara di Kota Medan dapat dilihat dari indeks Kualitas Udara yang dipantau oleh situs IQAir bahwa pada tanggal 24 Januari 2024 Medan mencapai angka 106 yang berarti masuk pada kategori tidak sehat bagi kelompok sensitif. Pada tanggal 15 Januari 2025 sebesar 89 dengan kategori sedang (IQ Air, 2025).

Berdasarkan data Global Burden Diseases tahun (2019) dan Injuries Collaborator terdapat 5 penyakit respirasi sebagai penyebab kematian tertinggi di dunia, yaitu, pneumonia, penyakit paru obstruktif kronis (PPOK), kanker paru, tuberculosis dan asma. Ketua Perhimpunan Dokter Paru Indonesia dan Guru Besar Bidang Pulmonologi dan Respirasi Universitas Indonesia mengatakan bahwa polusi udara terbukti menimbulkan masalah respirasi dan pernapasan (Kemenkes, 2023).

Berdasarkan data, jumlah penderita sepuluh penyakit terbesar seluruh puskesmas kota Medan tahun 2019 yang dikeluarkan oleh BPS bahwa penyakit yang berkaitan dengan keluhan

pernapasan, ada ISPA yang menempati posisi pertama dengan persentase sebesar 41,09% dan penyakit lain pada saluran pernapasan menempati posisi kedelapan dengan persentase 3,68% (BPS, 2019).

PM10 adalah partikel berdiameter 10 mikrometer atau kurang, sedangkan PM2,5 adalah partikel berdiameter 2,5 mikrometer atau kurang. PM 2,5 secara umum digambarkan sebagai partikel halus. Partikel dalam kisaran ukuran ini membentuk sebagian besar debu yang dapat terhisap jauh ke dalam paru-paru. Partikel yang lebih besar cenderung terperangkap di hidung, mulut, atau tenggorokan (World Health Organization, 2024).

Peraturan dalam PP Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup menyatakan bahwa nilai ambang batas untuk PM10 dalam 24 jam adalah 75 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, sedangkan nilai ambang batas PM2,5 dalam 24 jam adalah 55 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Secara umum dampak pencemaran udara yang berasal dari debu PM10 dan PM2,5 terhadap saluran pernapasan dapat mengakibatkan pergerakan silia menjadi lambat, menyebabkan peningkatan produksi lendir, penyempitan saluran napas. Keluhan pernapasan termasuk, batuk, sesak napas, bersin-berdihidung tersumbat, sakit tenggorokan dan nyeri dada (Mukono, 2011).

Soeripto menyatakan bahwa debu digolongkan sebagai partikel toksik yang berpotensi diserap oleh paru-paru. Saat terhirup, debu masuk ke dalam tubuh melalui proses inhalasi. Penumpukan debu yang akhirnya memicu gangguan fungsi paru-paru dipengaruhi oleh beberapa faktor utama, yaitu: jenis partikel debu itu sendiri, durasi paparan, konsentrasi atau kadar partikel, dan ukuran partikel debu (Soeripto, 2008).

Menurut World Health Organization bahwa sistem pernapasan dapat mengalami peradangan dan infeksi saluran pernapasan atas, yang dipicu oleh paparan PM10 dalam waktu singkat (WHO, 2011). PM 2,5 dapat memengaruhi pandangan mata, karena cahaya diserap dan dihamburkan di atmosfer. PM juga mendorong pemanasan global yang dapat berpengaruh buruk pada tanah dan kejernihan air. PM10 dan PM 2,5 diproduksi dari berbagai macam proses industri.

Menurut Inventarisasi Emisi Atmosfer London (2019) bahwa konstruksi menyumbang 30% emisi partikulat PM10 dan menyumbang 8% emisi partikulat halus PM2,5 (Sienna, 2023). Aktivitas tersebut berpotensi menghasilkan debu yang dapat berdampak pada kualitas udara dan kesehatan pekerja. Debu ini timbul akibat beberapa faktor, salah satunya adalah pelepasan partikel kecil saat material dipindahkan. Partikel-partikel ini mudah terbawa oleh angin, sehingga menyebar ke lingkungan sekitar. Selain itu, gesekan dan benturan yang terjadi selama proses bongkar muat, baik antar material maupun antara material dengan peralatan, dapat memecah material menjadi partikel lebih kecil.

Pada observasi awal yang dilakukan peneliti di Komplek Pergudangan Intan Kecamatan Percut Sei Tuan bahwa para pekerja berada dibawah naungan SPSI (Serikat Pekerja Seluruh Indonesia yang tertulis pada undang-undang Nomor 21 Tahun 2000). Komplek Pergudangan Intan adalah sebuah kompleks pergudangan yang terbagi menjadi dua wilayah yang berdekatan, yaitu berada di Jl. Letda Sujono dan Jl. Ismail Harun. Pergudangan memang memiliki potensi yang cukup tinggi untuk menghasilkan bahan pencemar tertentu.

Aktivitas pergudangan yang memicu polusi udara adalah keluar masuknya kendaraan ke dalam pergudangan, dan aktivitas bongkar muat yang terus-menerus. Sumber utama polusi di kompleks pergudangan, yaitu: Kendaraan yang keluar masuk, baik truk besar maupun kendaraan kecil juga menghasilkan emisi gas buang yang mengandung berbagai polutan, antara lain PM10 dan PM2,5. Bahkan saat mesin kendaraan dalam keadaan idle (diam) tetap saja ada emisi yang dikeluarkan. Kandungan zat pencemar pada kendaraan yang bergerak, yaitu Karbon monoksida (CO), Nitrogen oxide (NOx), Hidrokarbon (HC), Particulate Matter (PM), Karbon dioksida (CO₂), namun pada kendaraan yang diam, emisi kendaraan tetap menghasilkan kandungan yang sama, tetapi bedanya hal ini terjadi karena pembakaran tidak sempurna, dan proses kimia dalam mesin saat berhenti. Data dari Perpustakaan Kedokteran Nasional menunjukkan bahwa emisi kendaraan telah menjadi sumber utama polutan udara (Sienna, 2023).

Menurut data dan informasi kualitas udara oleh Plume Labs dalam website AccuWeather pada (Januari, 2025) bahwa kualitas udara PM2,5 di Kecamatan Percut Sei Tuan berada pada angka 24 µg/Nm³ (tidak sehat bagi kelompok sensitif) dan PM10 berada pada 13 µg/Nm³ yang berarti masih normal.

Berbagai penelitian mengenai konsentrasi paparan debu PM10 dan PM2,5 sudah banyak dilakukan seperti penelitian yang dilakukan oleh Mareta tahun 2022, konsentrasi paparan debu PM10 dan PM2,5 memiliki perbandingan yang berbeda di tiap titik pengukuran. Namun dari keseluruhan data tersebut menunjukkan fakta yang sama, yaitu paparan debu PM10 dan PM2,5 di bengkel X melampaui standar baku mutu yang berlaku (Mareta, 2022).

Penelitian tersebut didukung oleh penelitian lanjutan yang dilakukan oleh Virgia dkk pada tahun 2022 tentang analisa kadar debu PM10 di kawasan Jl. Yos Sudarso KM 07 yang menunjukkan bahwa kadar debu PM10 di tempat terbuka memiliki konsentrasi yang tinggi dan melampaui baku mutu yang kemudian memberikan efek kesehatan kepada warga sekitar seperti keluhan pernapasan (Virgia et al., 2022).

Penelitian Putri dkk. (2018) mengungkapkan bahwa konsentrasi PM10 di lokasi proyek konstruksi Depok bervariasi antara 76 mg/m³ hingga 290 mg/m³, dengan rata-rata 159,43 mg/m³. Angka rata-rata ini melampaui baku mutu yang ditetapkan dalam PP No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, yaitu 150 mg/m³. Perbedaan kondisi lingkungan di dalam dan luar gedung berkontribusi pada variasi konsentrasi. Di dalam gedung, meskipun minim angin, kepadatan pekerja tinggi. Sebaliknya, di luar gedung yang terpapar angin kencang, lokasinya berdekatan dengan jalan raya yang ramai lalu lintas kendaraan dan aktivitas keluar masuk alat berat pengangkut material bangunan (Putri & Dwi, 2020).

Pada penelitian Anselma (2016) didapati bahwa Kadar Debu PM10 pada PT.X setiap tahun melebihi nilai ambang batas (150 µg/Nm³), kadar debu tertinggi mencapai 267 µg/Nm³ terdapat pada stasiun press tahun 2016 (Anselma et al., 2019).

Berdasarkan penelitian dari Sunaryo dkk

(2021), hasil pengukuran sampel debu menunjukkan variasi yang signifikan, dengan konsentrasi terendah 1,1206 mg/m³ dan tertinggi mencapai 8,7876 mg/m³. Perbandingan hasil ini dengan Nilai Ambang Batas (NAB) kadar debu, yang merupakan standar lingkungan kerja untuk melindungi kesehatan pekerja, akan menunjukkan apakah kadar debu di area tersebut masih dalam batas aman (Sunaryo & Rhomadhoni, 2021).

Pada artikel yang diterbitkan oleh Riau Post tahun 2018 bahwa aktivitas pengapalan klinker di Pelabuhan PT Semen Padang unit Dumai diduga kuat menjadi sumber utama polusi debu yang mencemari lingkungan. Debu yang diduga berbahaya ini hampir setiap hari mengontaminasi perairan laut Dumai. Akibat aktivitas bongkar muat klinker, debu-debu tersebut bertebaran dan mencemari laut hingga radius beberapa kilometer dari lokasi pelabuhan. “Debu klinker ataupun semen yang dihasilkan dari aktivitas bongkar muat dengan mata telanjang bisa terlihat.” ujar Aktivis Lingkungan Hidup Dumai (Redaksi, 2025).

Budi (2023) telah melakukan penelitian di Pelabuhan Marunda Tahun 2023 dengan hasil pengukuran menunjukkan bahwa dari tiga lokasi, dua titik memiliki kadar debu (PM10 dan PM2,5) total yang tidak memenuhi standar. Titik yang tidak memenuhi standar tersebut adalah: 0 meter dari jalan raya, dengan total berat debu 673,571 µm/Nm³, dan 10 meter dari area bongkar muat di dermaga, dengan total berat debu mencapai 1.683,26 µm/Nm³ (Pramono & Saputra, 2023).

Penelitian yang dilakukan oleh Perdana dkk (2023) Studi pemantauan di Bundaran HI dari Februari hingga Oktober 2021 menunjukkan fluktuasi harian konsentrasi PM2.5 dan PM10. Hasil pengukuran 24 jam ini mengungkapkan bahwa puncak konsentrasi terjadi pada hari Minggu, dengan rata-rata 75.6 µg/m³. Sebaliknya, konsentrasi terendah tercatat pada hari Selasa, dengan nilai rata-rata 69.9 µg/m³ (Perdana et al., 2023).

Selanjutnya Saragih dkk juga melakukan penelitian serupa pada tahun 2022 dimana dijumpai hasil pengukuran PM2,5 di tiga titik sampling menunjukkan konsentrasi masih di bawah baku mutu. Titik sampling 1 mencatat konsentrasi terendah sebesar 22,5 µg/m³, di mana

aktivitas seperti blasting (penggunaan gerinda) dan pembersihan badan kapal (termasuk organisme perairan) menjadi sumber PM2,5. Sementara itu, konsentrasi tertinggi 48,73 µg/m³ ditemukan pada titik dua (Saragih et al., 2022).

Kemudian As'ari pada tahun 2022 melakukan suatu penelitian terkait hal yang serupa dan didapati hasil rata-rata konsentrasi Dusun Kedung Palang pada PM2.5 sebanyak 24,3 µg/m³ dan PM10 sebanyak 29 µg/m³. Konsentrasi rata-rata PM2.5 di Dusun Sambi Gembol adalah 20 µg/m³, sedangkan PM10 sebesar 24 µg/m³. Sementara itu, di Dusun Sumber Wuluh, konsentrasi rata-rata PM2.5 tercatat 20 µg/m³ dan PM10 sebesar 22 µg/m³. Perbedaan kadar partikulat antara kedua dusun ini kemungkinan besar disebabkan oleh lokasi penelitian yang berbeda, yang memengaruhi tingkat konsentrasi PM2.5 dan PM10 (Rosa Masita As'ari, 2023).

Oleh karena uraian penjelasan-penjelasan diatas, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian terkait “Perbandingan Konsentrasi Paparan Debu PM10 Dan PM2,5 di Komplek Pergudangan Intan Kecamatan Percut Sei Tuan”.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kualitatif yang dengan desain penelitian deskriptif. Peneliti melakukan penelitian deskriptif untuk menggambarkan atau mendeskripsikan fakta-fakta yang berkaitan dengan populasi secara sistematis dan akurat. Dalam jenis penelitian ini, peneliti menyajikan hasil temuan sesuai dengan kondisi sebenarnya di lapangan. Tujuannya adalah untuk mendapatkan gambaran tentang perbandingan konsentrasi paparan debu PM10 dan PM2,5. Penelitian ini dilakukan di Komplek Pergudangan Intan Kecamatan Percut Sei Tuan yang beralamat di Jl. Letda Sujono dan Jl Ismail Harun, Kecamatan Percut Sei Tuan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April tahun 2025. Populasi dalam penelitian ini adalah area parkir bongkar muat di Komplek Pergudangan Intan Kecamatan Percut Sei Tuan. Dalam penelitian dengan

desain penelitian deskriptif kualitatif, maka fokus penelitian lebih kepada menggambarkan suatu fenomena atau kejadian seperti konsentrasi paparan debu PM10 dan PM2,5 di kompleks pergudangan Intan Kecamatan Percut Sei Tuan daripada mencari hubungan antar variabel.

Lokasi yang dipilih merupakan lokasi yang banyak terpapar oleh debu. Lokasi titik pengambilan sampel udara berada di area parkir tempat bongkar muat Komplek Pergudangan Intan II. Area ini menjadi jalur utama bagi kendaraan yang keluar dan masuk gudang, baik untuk keperluan distribusi barang maupun operasional lainnya. Kepadatan lalu lintas semakin meningkat dengan adanya pergerakan masyarakat di sekitar lokasi, yang dapat menciptakan risiko kemacetan, keterlambatan operasional, serta potensi kecelakaan akibat tingginya interaksi antara kendaraan.

Ketinggian pemasangan alat disesuaikan, umumnya pada 1,5–2 meter dari permukaan tanah. Alat dipasang sesuai dengan petunjuk pabrikan pada tempat yang stabil dan aman. Jika menggunakan daya listrik, pastikan sumber daya stabil, atau jika berbasis baterai, baterai dalam kondisi optimal. Pengaturan alat dilakukan untuk mengukur PM10 dan PM2,5 secara kontinu, dengan memastikan fitur penyimpanan data aktif dan interval pengukuran telah disesuaikan.

Data yang terkumpul dianalisis dengan menghitung rata-rata harian, mingguan, dan bulanan dari paparan PM10 dan PM2,5. Tren atau pola paparan dianalisis untuk melihat fluktuasi selama periode pengukuran. Hasil tersebut dibandingkan dengan standar kualitas udara yang berlaku, seperti standar nasional atau rekomendasi WHO, guna menilai tingkat pencemaran udara di area pergudangan. Faktor lingkungan seperti perubahan cuaca dan aktivitas industri juga diperhitungkan dalam analisis.

Laporan yang disusun mencakup beberapa aspek utama, yaitu tujuan dan metode pengukuran, lokasi serta waktu pelaksanaan, hasil pengukuran paparan PM10 dan PM2,5, analisis tren dan perbandingan dengan standar kualitas udara, serta kesimpulan dan rekomendasi.

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini terdiri dari data primer yang diperoleh langsung dari hasil pengukuran kadar PM10 dan PM2,5 menggunakan air quality detector yang beroperasi secara kontinu selama satu bulan. Selain itu, data primer juga mencakup pencatatan kondisi lingkungan seperti suhu, kelembaban dan kecepatan angin. Data sekunder diperoleh dari berbagai sumber, termasuk dokumen peraturan terkait seperti PP No. 22 Tahun 2021, standar baku mutu udara ambien, serta penelitian terdahulu yang relevan.

Instrumen dan alat yang digunakan ialah Wi-Fi Air Quality Detector. Wi-Fi Air Quality Detector 9-in-1 (AM91SB) adalah alat portabel yang dilengkapi sensor sensitivitas tinggi untuk memantau kualitas udara secara waktu nyata melalui aplikasi Tuya atau SmartLife di ponsel pintar. Alat ini mengukur sembilan parameter, termasuk CO₂, CO, PM2,5, PM10, formaldehida, TVOC, suhu, kelembaban, dan AQI.

Analisis data disesuaikan dengan data yang dikumpulkan. Data yang dikumpulkan merupakan data hasil perhitungan PM10 dan PM2,5 menggunakan alat air quality detector. Setelah mendapatkan rata-rata konsentrasi paparan debu PM10 dan PM2,5 perharinya, maka peneliti dilanjutkan dengan menganalisis statistik deskriptif data seperti nilai minimum, nilai maksimum dan standar deviasi. Hal ini perlu dilakukan untuk melihat rentang dan variabilitas konsentrasi.

Selanjutnya bandingkan nilai konsentrasi rata-rata PM10 dan PM2,5 secara langsung. Secara umum, konsentrasi PM10

akan cenderung lebih tinggi daripada PM2,5 karena PM10 mencakup PM2,5 ditambah partikel yang lebih besar.

Langkah terakhir ialah melakukan analisis rasio pada konsentrasi paparan debu PM10 dan PM2,5. Rasio ini digunakan sebagai indikator penting untuk memahami karakteristik sumber dominan di suatu area. Perhitungannya dilakukan dengan membagi konsentrasi PM2.5 terhadap konsentrasi PM10 untuk setiap periode pengukuran, seperti dalam skala harian.

Jika rasio PM2.5 terhadap PM10 tinggi

(mendekati 1 atau lebih dari 0,7), maka hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar partikel PM10 berasal dari PM2.5. Kondisi tersebut mengarah pada dominasi sumber pencemar dari proses pembakaran, seperti asap kendaraan bermotor atau pembakaran biomassa. Sebaliknya, jika rasio rendah (jauh di bawah 0,7), maka hal ini menunjukkan bahwa komposisi PM10 lebih didominasi oleh partikel kasar. Rasio rendah ini umumnya berasal dari aktivitas mekanis, seperti debu jalanan yang beterbangan, bongkar muat barang, atau pekerjaan konstruksi.

HASIL

Tabel 1. Hasil Pengukuran PM10

No.	Pengukuran	Konsentrasi				Rata-Rata Harian
		05.00-06.00	17.00-18.00	13.00-14.00	14.00-15.00	
1.	Hari Ke-1	42	55	36	44	44
2.	Hari Ke-2	41	30	30	64	41
3.	Hari Ke-3	37	31	64	98	57
4.	Hari Ke-4	40	42	41	41	41
5.	Hari Ke-5	41	36	151	104	83
6.	Hari Ke-6	27	28	110	36	50
7.	Hari Ke-7	84	30	28	29	43
8.	Hari Ke-8	28	30	29	31	30
9.	Hari Ke-9	46	28	34	64	43
10.	Hari Ke-10	32	32	51	73	47
11.	Hari Ke-11	29	28	74	72	51
12.	Hari Ke-12	27	28	76	107	59
13.	Hari Ke-13	29	27	51	66	43
14.	Hari Ke-14	39	27	26	28	30
15.	Hari Ke-15	28	28	59	35	38
16.	Hari Ke-16	28	28	64	60	45
17.	Hari Ke-17	27	27	52	34	35
18.	Hari Ke-18	28	27	51	38	36
19.	Hari Ke-19	27	25	59	89	50
20.	Hari Ke-20	26	25	30	64	36
21.	Hari Ke-21	27	42	89	59	54
22.	Hari Ke-22	27	42	65	70	51
23.	Hari Ke-23	30	41	53	53	44
24.	Hari Ke-24	30	41	47	52	43
25.	Hari Ke-25	30	41	46	50	42

26.	Hari Ke-26	37	41	59	89	56
27.	Hari Ke-27	37	39	50	85	53
28.	Hari Ke-28	34	42	53	83	53
29.	Hari Ke-29	31	31	54	74	47
30.	Hari Ke-30	30	31	47	69	44
31.	Hari Ke-31	30	34	40	56	40
Rata-Rata Bulanan		34	34	56	62	46

Berdasarkan data pada tabel tersebut, rata-rata harian paling tinggi terdapat pada pengukuran hari ke 5 dengan nilai paparan debu PM10 sebesar 82,889 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabel 2. Rata-Rata Harian Papara Debu PM2,5

No.	Pengukuran	Konsentrasi				Rata-Rata Harian
		05.00-06.00	17.00-18.00	13.00-14.00	14.00-15.00	
1.	Hari Ke-1	32	42	43	64	45
2.	Hari Ke-2	32	24	40	50	36
3.	Hari Ke-3	29	24	44	68	41
4.	Hari Ke-4	31	31	28	27	29
5.	Hari Ke-5	31	27	102	80	60
6.	Hari Ke-6	26	26	82	26	40
7.	Hari Ke-7	66	26	24	22	34
8.	Hari Ke-8	22	24	28	26	25
9.	Hari Ke-9	38	23	33	54	37
10.	Hari Ke-10	12	18	18	12	15
11.	Hari Ke-11	21	25	59	56	40
12.	Hari Ke-12	19	22	37	88	42
13.	Hari Ke-13	24	23	41	84	43
14.	Hari Ke-14	18	12	12	18	15
15.	Hari Ke-15	23	22	46	50	35
16.	Hari Ke-16	23	22	53	50	37
17.	Hari Ke-17	22	22	39	27	27
18.	Hari Ke-18	22	19	41	33	29
19.	Hari Ke-19	20	20	41	67	37
20.	Hari Ke-20	17	12	18	12	15
21.	Hari Ke-21	21	32	67	41	40
22.	Hari Ke-22	21	32	46	53	38
23.	Hari Ke-23	24	32	36	36	32
24.	Hari Ke-24	24	32	36	40	33
25.	Hari Ke-25	24	32	34	36	31
26.	Hari Ke-26	29	30	41	67	41
27.	Hari Ke-27	29	30	34	63	39

28.	Hari Ke-28	27	33	35	62	39
29.	Hari Ke-29	24	24	36	54	34
30.	Hari Ke-30	23	24	32	51	32
31.	Hari Ke-31	23	24	29	42	29
Rata-Rata Bulanan		26	26	41	47	34

Berdasarkan tabel diatas, dapat dilihat data yang menunjukkan nilai rata-rata harian paparan debu PM_{2,5} selama proses pengukuran, dimana pada hari ke 5 merupakan puncak paling tinggi adanya paparan debu PM_{2,5} yaitu 60 µg/m³.

Tabel 3. Data Konsentrasi Paparan Debu PM10 dan PM2,5

NO.	PAPARAN DEBU	MINIMUM	MAKSIMUM	STD. DEVIASI
1.	PM10	25 µg/m ³	151 µg/m ³	22,04
2.	PM2,5	12 µg/m ³	102 µg/m ³	17,3

Berdasarkan hasil pengukuran, konsentrasi paparan debu PM10 menunjukkan nilai minimum sebesar 25 µg/m³ dan maksimum mencapai 151 µg/m³, dengan standar deviasi sebesar 22,04. Ini mengindikasikan bahwa terdapat variasi yang cukup besar dalam paparan PM10, yang menunjukkan fluktuasi tingkat debu kasar di lingkungan yang diamati. Sementara itu, konsentrasi PM_{2,5} memiliki nilai minimum sebesar 12 µg/m³ dan maksimum 102 µg/m³, serta standar deviasi sebesar 17,3. Nilai ini juga mencerminkan adanya penyebaran yang cukup signifikan dalam kadar PM_{2,5}, meskipun tidak sebesar PM10.

Tabel 4. Analisis Rasio

NO.	RATA-RATA HARIAN KONSENTRASI PM10	RATA-RATA HARIAN KONSENTRASI PM2,5	RASIO
1.	44 µg/m ³	45 µg/m ³	1,022948758
2.	41 µg/m ³	36 µg/m ³	0,877736612
3.	57 µg/m ³	41 µg/m ³	0,723517979
4.	41 µg/m ³	29 µg/m ³	0,719661017
5.	83 µg/m ³	60 µg/m ³	0,725703753
6.	50 µg/m ³	40 µg/m ³	0,792655991
7.	43 µg/m ³	34 µg/m ³	0,807905913
8.	30 µg/m ³	25 µg/m ³	0,838331771
9.	43 µg/m ³	37 µg/m ³	0,854012246
10.	47 µg/m ³	15 µg/m ³	0,32808321
11.	51 µg/m ³	40 µg/m ³	0,797527473
12.	59 µg/m ³	42 µg/m ³	0,701429576
13.	43 µg/m ³	43 µg/m ³	0,991034262
14.	30 µg/m ³	15 µg/m ³	0,513011152
15.	38 µg/m ³	35 µg/m ³	0,94341716
16.	45 µg/m ³	37 µg/m ³	0,830855019

17.	35 µg/m ³	27 µg/m ³	0,78072958
18.	36 µg/m ³	29 µg/m ³	0,797224364
19.	50 µg/m ³	37 µg/m ³	0,735016648
20.	36 µg/m ³	15 µg/m ³	0,418076923
21.	54 µg/m ³	40 µg/m ³	0,738685758
22.	51 µg/m ³	38 µg/m ³	0,747138965
23.	44 µg/m ³	32 µg/m ³	0,72298995
24.	43 µg/m ³	33 µg/m ³	0,768300654
25.	42 µg/m ³	31 µg/m ³	0,756268806
26.	56 µg/m ³	41 µg/m ³	0,733563162
27.	53 µg/m ³	39 µg/m ³	0,737259044
28.	53 µg/m ³	39 µg/m ³	0,741410962
29.	47 µg/m ³	34 µg/m ³	0,726873536
30.	44 µg/m ³	32 µg/m ³	0,738155401
31.	40 µg/m ³	29 µg/m ³	0,733379501

Berdasarkan hasil pengukuran selama 31 hari, sebagian besar rasio harian antara konsentrasi PM_{2,5} dan PM₁₀ berada pada kisaran tinggi, yakni di atas 0,7. Kondisi ini menunjukkan bahwa partikel halus (PM_{2,5}) mendominasi kandungan dalam PM₁₀, yang mengindikasikan bahwa sumber pencemaran udara utama berasal dari aktivitas pembakaran, seperti emisi kendaraan bermotor, pembakaran sampah, biomassa, atau proses industri berbahan bakar. Rasio yang sangat mendekati satu bahkan ditemukan pada beberapa hari, seperti pada hari ke-1 (1,02), hari ke-13 (0,99), dan hari ke-15 (0,94), yang menandakan bahwa hampir seluruh partikel debu pada hari tersebut terdiri dari PM_{2,5}. Kondisi ini perlu mendapatkan perhatian serius, karena partikel halus berukuran kurang dari 2,5 mikrometer dapat menembus jauh ke dalam paru-paru dan menimbulkan risiko kesehatan yang lebih tinggi.

Di sisi lain, terdapat juga beberapa hari dengan rasio yang relatif rendah, yakni di bawah 0,7, seperti pada hari ke-10 (0,33), hari ke-14 (0,51), dan hari ke-20 (0,42). Hal ini mencerminkan dominasi partikel kasar (antara 2,5–10 mikrometer) yang kemungkinan besar berasal dari sumber mekanis, seperti resuspensi debu jalanan, aktivitas bongkar muat, atau kegiatan konstruksi. Rasio yang bervariasi ini memberikan gambaran bahwa meskipun sumber pembakaran menjadi penyumbang utama partikel di udara, aktivitas fisik yang menghasilkan partikel kasar juga berkontribusi pada tingkat pencemaran udara di lokasi pengamatan.

PEMBAHASAN

Pada penelitian ini data diperoleh dengan melakukan pengukuran menggunakan alat pada titik yang telah ditentukan untuk mengetahui paparan debu PM₁₀ dan PM_{2,5} di Komplek Pergudangan Intan. Pada bagian pembahasan ini akan diuraikan mengenai hasil penelitian.

Pengklasifikasian PM₁₀ dan PM_{2,5}

Data pengklasifikasian diatas memberikan gambaran yang konsisten dan dapat diandalkan mengenai fluktuasi kualitas udara PM₁₀ pada waktu dan titik yang berbeda.

Pada waktu pengukuran terlihat adanya perbedaan konsentrasi PM₁₀ berdasarkan waktu pengukuran, misalnya pagi hari dengan sore hari, konsentrasi yang lebih tinggi di pagi hari (05.00-06.00) dapat

disebabkan oleh akumulasi polutan dari aktivitas malam sebelumnya atau kondisi meteorologi seperti inversi suhu yang menjebak polutan di dekat permukaan. Sebaliknya, sore hari (17.00-18.00) menunjukkan disperse polutan yang lebih baik.

Perbedaan antar titik menunjukkan bahwa konsentrasi PM10 dapat bervariasi secara geografis, bahkan dalam area yang relatif dekat. Peningkatan konsentrasi PM10 secara progresif berkorelasi langsung dengan kategori kualitas udara. Ini adalah dasar alamiah yang kuat sebagai peringatan bagi pekerja di Komplek Pergudangan Intan. Semakin tinggi konsentrasi partikel halus, semakin besar risiko masalah pernapasan.

Faktor yang berkontribusi terhadap konsentrasi debu yang lebih tinggi di siang hari, dikarenakan pada siang hari menjadi puncak lalu lintas kendaraan (truk, pickup, container, mobil box dan lainnya) berlalu lalang di pergudangan. Kendaraan berbahan bakar diesel, solar dapat mengeliarkan partikel PM10 dari emisi knalpot. Selain itu, pergerakan kendaraan juga menyebabkan resuspensi debu dari permukaan jalan. Debu yang mengendap akan terangkat kembali ke udara karena hembusan angin dari kendaraan, ban yang bergesekan, dan pengereman. Aktivitas bongkar muat seperti mengangkat barang, menggeser barang, melempar barang, memindahkan barang juga menjadi alasan yang berkontribusi atas tingginya konsentrasi debu⁴⁶.

Pada siang hari cenderung kecepatan angin lebih tinggi dibandingkan malam hari. Angin yang kuat dapat mengangkat debu dari tanah atau area bongkar muat. Kelembapan yang cenderung lebih rendah juga dapat menyebabkan debu mudah terbawa angin (United State Environmental Protection Agency, 2025).

Data menunjukkan konsentrasi debu PM2,5 kategori “baik” bahwa pola pagi hari (05.00-06.00) pada hari ke-10 dapat disebabkan oleh aktivitas manusia yang masih rendah atau terjadi dispersi polutan yang baik pada malam hari. Namun, ada juga data “tidak sehat” di pagi hari (05.00-06.00) pada hari ke-7 yang dimana ini dapat disebabkan oleh dispersi yang tidak maksimal pada malam hari.

Konsentrasi debu pada siang hari-sore hari logis apabila ada pada kategori sedang (14.00-15.00 atau 17.00-18.00) karena puncak lalu lintas, bongkar muat dan jadwal pekerja pulang. PM2,5 dianggap sebagai salah satu polutan udara paling berbahaya karena ukurannya yang sangat kecil (kurang dari 2,5 mikrometer) yang memungkinkan menembus ke sistem pernapasan lebih dalam bahkan masuk ke aliran darah, maka dari itu pengklasifikasian sangat penting untuk diperhatikan sebagai bentuk waspada pekerja.

Pengaruh PM10

Penelitian dilanjutkan dengan melakukan pengukuran di titik dengan tujuan untuk mengetahui persebaran debu PM10. Kegiatan pengukuran diawali dengan peneliti melakukan observasi awal dan komunikasi kepada petugas yang bekerja pada titik pengukuran tersebut. Kemudian peneliti menggunakan alat Air Quality Detector untuk mengukur PM10 dan melakukan pengamatan terhadap alat dengan melakukan pendataan setiap 200 detik sekali. Dalam kurun waktu 1 jam berada di lokasi pengukuran, maka didapatkan 18 kali pendataan hasil paparan debu PM10 yang kemudian ditotalkan dan diakhiri dengan mencari rata-rata harian pada titik tersebut. Setelah didapati data pada kedua titik, maka peneliti juga mencari rata-rata harian dengan menggunakan data

tersebut sehingga diperoleh hasil akhir nilai rata-rata harian PM10. Penelitian ini dilakukan selama 31 hari berturut-turut untuk mengetahui paparan debu PM10 yang terdapat pada titik-titik pengukuran.

Setelah semua proses dilakukan, dapat dilihat nilai rata-rata pada paparan debu PM10 yang sangat bervariasi dan masuk dalam kategori bagus, sedang, tidak sehat bagi individu sensitif, tidak sehat, sangat tidak sehat dan berbahaya. Dimana kategori bagus merupakan paparan debu PM10 dengan nilai kurang dari 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dalam kurun waktu 1 jam sesuai dengan PP No. 22 tahun 2021.

Berdasarkan hasil data diperoleh konsentrasi paparan debu PM10 yang bervariasi dan terdapat data konsentrasi melampaui baku mutu yang berlaku. Hal ini juga tentunya dapat berdampak tidak baik bagi pekerja maupun masyarakat sekitar seperti terjadinya keluhan pernapasan pada pekerja di Komplek Pergudangan Intan.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh Kiky pada tahun 2015 yang mengatakan bahwa berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan konsentarsi paparan debu PM10 yang tinggi akan menyebabkan gangguan pernapasan pada pekerja overhaul di power plant (Yolanda, 2021).

Menurut peneliti, hal ini dapat terjadi dikarenakan adanya paparan debu PM10 yang sangat bervariasi khususnya pada saat aktivitas bongkar muat tengah sibuk- sibuknya. Waktu sibuk ini biasanya terjadi pada saat pukul 12.00 sampai dengan pukul 15.00 dimana para pekerja tengah aktif melakukan aktivitas bongkar muat, serta pada pukul 17.00 sampai dengan 18.00 dimana banyak aktivitas kendaraan keluar masuk yang memancing timbulnya debu PM10 ke permukaan udara.

Dengan adanya debu PM10 yang

berhamburan di permukaan udara, maka hal tersebut akan sangat berpengaruh terhadap sistem pernapasan pekerja yang tengah bekerja dan membutuhkan asupan oksigen yang cukup untuk tubuh. Dengan ukuran PM10 yang dapat dikategorikan masih bisa dilihat oleh mata, mungkin beberapa saat para pekerja mampu mengatasinya dengan menutup mulut dan hidung ketika adanya debu dan ada pekerja yang menggunakan APD seperti masker. Namun tidak bisa dipungkiri bahwa masih banyak TKBM yang tidak menggunakan APD tersebut sehingga mereka dengan mudah terkena paparan debu PM10 yang mengakibatkan adanya keluhan pernapasan, salah satu diantaranya adalah batuk-batuk, bersin dan sakit tenggorokan.

Pengaruh PM2,5

Penelitian ini juga ditujukan untuk mengetahui tentang konsentrasi paparan debu PM2,5 di Komplek Pergudangan Intan II. Demi mencapai tujuan tersebut, maka peneliti melakukan pengamatan pula terhadap paparan debu menggunakan Air Quality Detector pada titik yang sama halnya dengan PM10 diawal.

Dalam kurun waktu 1 jam berada di lokasi pengukuran, maka didapatkan 18 kali pendataan hasil paparan debu PM2,5 yang kemudian ditotalkan dan diakhiri dengan mencari rata-rata harian pada titik tersebut. Setelah didapati data pada kedua titik, maka peneliti juga mencari rata-rata harian dengan menggunakan data tersebut sehingga diperoleh hasil akhir nilai rata-rata harian PM2,5. Penelitian ini dilakukan selama 31 hari berturut-turut untuk mengetahui paparan debu PM2,5 yang terdapat pada titik-titik pengukuran.

Setelah semua proses dilakukan, dapat dilihat nilai rata-rata pada paparan debu PM2,5 yang sangat bervariasi dan

masuk dalam berbagai kategori sesuai dengan BMKG yaitu baik, sedang, tidak sehat, sangat tidak sehat dan berbahaya. Dimana kategori bagus merupakan rentang antara 0-15,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dalam kurun waktu 1 jam. Kategori sedang merupakan rentang dari 15,6-55,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, kategori tidak sehat merupakan rentang 55,5-150,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, kategori sangat tidak sehat adalah rentang 150,5-250,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, dan jika lebih dari 250,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ maka akan masuk kategori berbahaya.

Berdasarkan data diperoleh konsentrasi paparan debu PM_{2,5} yang bervariasi dan ada konsentrasi yang melampaui baku mutu dan dapat berpengaruh terhadap keluhan pernapasan pada pekerja dan warga sekitar di Komplek Pergudangan Intan II. Hal ini pun sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan pada tahun 2015 oleh Kiky, dimana penelitian tersebut mendapati hasil bahwa konsentrasi paparan debu PM_{2,5} yang tinggi dapat mempengaruhi keluhan pernapasan pada para pekerja (Yolanda, 2021).

Berdasarkan hasil tersebut dan penelitian yang langsung peneliti lakukan, dapat dimaknai bahwa debu PM_{2,5} ini merupakan partikel udara yang sangat kecil dan bukan hanya debu saja, melainkan juga terdapat kotoran, asap dan cairan pada partikel tersebut. Partikel-partikel kecil ini dapat dengan mudah masuk ke dalam saluran pernapasan dan kemudian mencapai paru-paru. Hal ini dapat menyebabkan berbagai efek kesehatan pernapasan seperti iritasi hidung, tenggorokan dan paru-paru yang berdampak pada keluhan pernapasan seperti batuk, bersin, pilek dan sesak napas. Tidak hanya sampai disitu, dikarenakan ukurannya yang sangat kecil, PM_{2,5} ini menjadi ancaman kesehatan terbesar karena dapat tetap ditangguhkan di udara untuk

waktu yang lama dan dapat diserap jauh ke dalam aliran darah saat inhalasi.

Rata-Rata Konsentrasi Debu Berdasarkan Waktu

Data menunjukkan pola konsentrasi debu PM₁₀ dan PM_{2,5} yang menarik dan umum terjadi di banyak daerah perkotaan. Ada peningkatan signifikan pada jam 13.00-15.00 dibandingkan jam 05.00-06.00 dan 17.00-18.00.

Peningkatan konsentrasi PM₁₀ dan PM_{2,5} pada jam 13.00-15.00, dan lebih rendah pada pagi (05.00-06.00) serta sore/malam (17.00-18.00), sangat mungkin disebabkan oleh kombinasi faktor-faktor meteorologi dan aktivitas antropogenik (aktivitas manusia) yang bervariasi sepanjang hari.

1. Puncak Aktivitas Lalu Lintas dan Industri (Siang Hari):

Meskipun jam 05.00-06.00 dan 17.00-18.00 adalah jam sibuk (peak hour) untuk komuter, aktivitas lalu lintas, industri, dan komersial cenderung mencapai puncaknya pada siang hari, terutama setelah jam makan siang. Kendaraan bermotor adalah penyumbang utama partikulat di daerah perkotaan^{49,50}.

Emisi dari berbagai sumber (kendaraan, pabrik, kegiatan konstruksi, pembakaran sampah, dll.) terakumulasi di atmosfer sepanjang pagi hingga siang. Penelitian menunjukkan bahwa kepadatan lalu lintas dan aktivitas industri adalah sumber utama emisi partikulat.

2. Kondisi Meteorologi (Siang Hari):

Konsentrasi partikulat di udara dapat meningkat seiring dengan meningkatnya temperatur. Temperatur tinggi berkontribusi pada

aktivitas fotokimia di atmosfer untuk menghasilkan lebih banyak partikulat sekunder PM_{2.5}⁵¹.

Pada siang hari, khususnya saat cuaca cerah, kondisi atmosfer bisa menjadi lebih stabil (kurang terjadi turbulensi vertikal), sehingga polutan tidak mudah tersebar ke lapisan atmosfer yang lebih tinggi dan cenderung terakumulasi di dekat permukaan. Namun, beberapa sumber juga menyebutkan bahwa konsentrasi bisa menurun saat kecepatan angin meningkat karena dispersi polutan.

3. Kondisi Meteorologi dan Aktivitas Rendah (Dini Hari dan Sore/Malam):

Pada jam 05.00-06.00, meskipun ada aktivitas keberangkatan, secara umum aktivitas industri dan komersial belum mencapai puncaknya. Pada jam 17.00-18.00, aktivitas mulai menurun setelah jam pulang kantor.

Pada dini hari (misalnya, 05.00-06.00), sering terjadi fenomena inversi suhu (suhu permukaan lebih dingin dari lapisan atas), yang dapat memerangkap polutan di dekat tanah. Namun, seiring matahari terbit, lapisan inversi ini akan pecah dan polutan akan terdispersi. Fenomena ini bisa menjelaskan mengapa konsentrasi tidak selalu terendah pada dini hari, tetapi cenderung stabil atau sedikit meningkat sebelum kemudian menurun.

Pada sore hingga malam hari, seringkali terjadi peningkatan kecepatan angin yang membantu dispersi polutan, sehingga konsentrasi PM dapat menurun. Selain itu, penurunan aktivitas

manusia juga berkontribusi pada penurunan emisi.

Perbandingan Konsentrasi PM₁₀ dan PM_{2,5}

Data harian yang diperoleh berdasarkan perhitungan menggunakan alat akan dibandingkan antara konsentrasi paparan debu PM₁₀ dan PM_{2,5}.

Statistik Deskriptif

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa konsentrasi debu PM₁₀ berkisar antara 25 hingga 151 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dengan standar deviasi 22,04, yang menandakan adanya variasi yang cukup besar dalam tingkat paparan partikel kasar di lingkungan tersebut. Sementara itu, PM_{2,5} memiliki rentang konsentrasi antara 12 hingga 102 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dengan standar deviasi 17,3, yang juga menunjukkan adanya penyebaran nilai yang cukup signifikan, meskipun tidak sebesar PM₁₀.

Secara keseluruhan, kedua jenis partikel menunjukkan rentang konsentrasi yang lebar, yang menandakan adanya perbedaan paparan antar lokasi atau waktu pengukuran. Standar deviasi yang relatif tinggi pada kedua jenis debu menguatkan bahwa tingkat konsentrasi partikulat di udara tidak seragam dan dapat berubah-ubah, yang berpotensi memberikan dampak terhadap kesehatan, terutama sistem pernapasan.

Perbandingan Langsung

Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi PM₁₀ secara umum lebih tinggi dibandingkan PM_{2,5}, baik dari nilai terendah maupun tertingginya. Nilai minimum PM₁₀ sebesar 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sedangkan PM_{2,5} hanya 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Untuk nilai maksimum, PM₁₀ tercatat mencapai 151 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, jauh di atas PM_{2,5} yang hanya

102 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Perbedaan ini menunjukkan bahwa paparan terhadap debu partikel kasar (PM10) lebih besar dibandingkan partikel halus (PM2,5) di lokasi pengukuran.

Dari segi penyebaran data, standar deviasi PM10 tercatat 22,04, lebih tinggi dibandingkan PM2,5 yang memiliki standar deviasi 17,3. Nilai standar deviasi ini menggambarkan seberapa besar variasi atau sebaran data dari rata-rata. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa konsentrasi PM10 mengalami fluktuasi yang lebih besar dibandingkan PM2,5, yang berarti tingkat pencemaran debu kasar lebih tidak stabil dan sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, aktivitas manusia, dan waktu pengukuran.

Perbedaan karakteristik PM10 dan PM2,5 tidak hanya terletak pada ukuran dan konsentrasinya, namun juga pada sumber dan dampaknya terhadap kesehatan. PM10 cenderung berasal dari sumber mekanis seperti debu tanah, jalan beraspal, proses konstruksi, atau aktivitas industri terbuka yang menghasilkan partikel berukuran besar. Sebaliknya, PM2,5 dihasilkan dari proses pembakaran seperti asap kendaraan bermotor, emisi industri, pembakaran sampah, hingga asap dapur rumah tangga. Ukurannya yang lebih kecil membuat PM2,5 mampu menembus lebih dalam ke saluran pernapasan dan masuk hingga ke alveoli paru-paru, sehingga risiko kesehatannya lebih serius, meskipun konsentrasinya lebih rendah dibandingkan PM10. Secara langsung, perbandingan ini memberikan gambaran bahwa kedua jenis partikel memiliki potensi risiko yang berbeda namun sama-sama penting untuk diperhatikan. PM10 lebih berperan dalam iritasi saluran pernapasan bagian atas, sementara PM2,5 memiliki dampak yang lebih mendalam dan berpotensi memicu penyakit kronis seperti asma, bronkitis,

hingga penyakit jantung dan paru-paru dalam jangka panjang.

Oleh karena itu, pemantauan kualitas udara yang hanya berfokus pada satu jenis partikel tidaklah cukup. Pendekatan pengendalian yang komprehensif harus mencakup kedua jenis partikel ini agar upaya perlindungan kesehatan masyarakat dapat berjalan optimal. Terlebih dalam lingkungan kerja atau kawasan padat aktivitas, pengendalian sumber polusi menjadi langkah krusial dalam menurunkan tingkat paparan dan risiko kesehatan yang ditimbulkan.

Analisis Rasio

Secara keseluruhan, kecenderungan rasio yang tinggi menunjukkan bahwa upaya pengendalian kualitas udara sebaiknya difokuskan pada pengurangan emisi partikel halus, mengingat dampaknya yang lebih besar terhadap kesehatan. Langkah-langkah seperti pengendalian emisi kendaraan, pengawasan pembakaran terbuka, dan penerapan teknologi ramah lingkungan sangat diperlukan untuk menekan paparan PM2,5 yang tinggi di lingkungan tersebut.

Analisis rasio antara konsentrasi PM2,5 dan PM10 merupakan pendekatan penting dalam mengidentifikasi karakteristik dan sumber utama pencemar udara di suatu wilayah. Rasio ini dihitung dengan membagi nilai konsentrasi PM2,5 terhadap PM10, yang kemudian digunakan untuk menafsirkan proporsi partikel halus dalam total partikel tersuspensi. Rasio yang tinggi, mendekati angka 1 atau bahkan melebihi 0,7, mengindikasikan bahwa sebagian besar partikel yang terpapar merupakan partikel halus berukuran di bawah 2,5 mikrometer (PM2,5). Partikel ini umumnya bersumber dari proses pembakaran, seperti asap kendaraan, pembakaran biomassa, limbah, serta emisi dari kegiatan industri dan rumah

tangga.

Sebaliknya, rasio yang rendah khususnya di bawah 0,7 menggambarkan bahwa PM10 lebih didominasi oleh partikel kasar yang berukuran antara 2,5 hingga 10 mikrometer. Sumber utama dari partikel kasar ini umumnya berasal dari proses mekanis non-pembakaran, seperti debu jalanan, aktivitas konstruksi, bongkar muat barang, dan gangguan tanah oleh angin. Nilai rasio yang lebih rendah menunjukkan bahwa penyumbang pencemaran utama kemungkinan berasal dari kegiatan fisik yang terjadi di permukaan tanah, dan bukan dari emisi pembakaran.

Dari 31 hari data pemantauan yang dianalisis, ditemukan bahwa sebagian besar hari menunjukkan rasio di atas 0,7. Hal ini menegaskan bahwa sumber pencemaran yang bersifat pembakaran lebih dominan dalam membentuk komposisi partikel udara selama periode pemantauan. Namun, fluktuasi rasio harian juga menunjukkan adanya variasi aktivitas yang memengaruhi tingkat pencemaran, seperti adanya hari-hari tertentu yang didominasi oleh partikel kasar akibat gangguan fisik lingkungan. Oleh karena itu, interpretasi rasio tidak hanya memberikan gambaran kuantitatif, tetapi juga informasi kualitatif mengenai jenis aktivitas manusia dan lingkungan yang memengaruhi kualitas udara.

Analisis rasio ini penting untuk mendukung pengambilan keputusan dalam penanganan pencemaran udara, karena strategi pengendalian akan berbeda tergantung pada jenis sumbernya. Apabila rasio menunjukkan dominasi PM2,5, maka langkah yang diutamakan adalah pengurangan emisi dari sektor transportasi dan pembakaran terbuka. Sebaliknya, jika rasio rendah, maka intervensi bisa difokuskan pada pengendalian debu jalanan, pengaturan konstruksi, dan pengelolaan

aktivitas permukaan terbuka. Dengan demikian, analisis rasio menjadi alat evaluasi yang praktis namun strategis dalam merancang kebijakan lingkungan yang tepat sasaran.

SIMPULAN

Setelah melakukan observasi awal, penelitian, pengolahan data dan pengujian hipotesis, maka peneliti dapat mengambil kesimpulan berikut. Berdasarkan hasil pengukuran selama 31 hari di Komplek Pergudangan Intan, Kecamatan Percut Sei Tuan, diketahui bahwa konsentrasi paparan debu PM10 berada pada rentang 25–151 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dengan standar deviasi sebesar 22,04. Sementara itu, konsentrasi PM2,5 tercatat antara 12–102 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dengan standar deviasi 17,3. Nilai-nilai ini menunjukkan bahwa baik PM10 maupun PM2,5 mengalami fluktuasi konsentrasi yang cukup signifikan selama periode pemantauan.

Hasil analisis rasio antara konsentrasi PM2,5 dan PM10 menunjukkan bahwa sebagian besar hari memiliki rasio di atas 0,7, yang mengindikasikan dominasi partikel halus dalam kandungan debu total. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas pembakaran seperti emisi kendaraan, pembakaran sampah, dan aktivitas industri merupakan sumber utama pencemaran udara di kawasan tersebut. Meskipun demikian, terdapat beberapa hari dengan rasio rendah, yang mencerminkan adanya pengaruh sumber mekanis seperti debu jalanan atau aktivitas fisik di area pergudangan. Paparan debu PM2,5 lebih dominan dibandingkan paparan debu PM10 di Komplek Pergudangan Intan. Kondisi ini menunjukkan perlunya perhatian terhadap pengendalian sumber pencemar berbasis pembakaran, guna mengurangi risiko kesehatan akibat partikel halus yang dapat menembus sistem pernapasan bagian dalam.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, pembahasan dan kesimpulan yang telah dipaparkan, peneliti mengajukan beberapa saran berikut.

Bagi pengelola pergudangan Intan juga diharapkan dapat melakukan kegiatan penghijauan agar membantu untuk menciptakan filter udara secara alami dan tentunya memiliki banyak keuntungan dengan hal tersebut.

Bagi pengelola pergudangan Intan, diharapkan dapat menyediakan alat pelindung diri yang lengkap untuk para pekerja agar terhindar berbagai paparan debu.

Bagi pengelola pergudangan Intan agar melakukan pemeriksaan kesehatan secara berkala untuk deteksi dini dan penanganan cepat jika ditemukan masalah keluhan pernapasan.

Bagi peneliti selanjutnya, diharapkan agar melakukan penelitian menggunakan alat yang lebih baik lagi sehingga dapat mengetahui nilai paparan debu dan faktor iklim secara lengkap demi memudahkan proses penelitian dan pengambilan data.

KEPUSTAKAAN

Anselma, A., Trisnawati, E., & Saleh, I. (2019). Hubungan Kadar Debu Pm10 Dengan Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja Pabrik Cpo (Crude Palm Oil) Di Pt.X Provinsi Kalimantan Barat. *Jurnal Kesmas (Kesehatan Masyarakat) Khatulistiwa*, 6(2), 52. <https://doi.org/10.29406/jkkm.v6i2.1768>

BPS. (2019). *Jumlah Penderita Sepuluh Penyakit Terbesar Seluruh Puskesmas Kota Medan Tahun 2018*.

IQ Air. (2025). *Kualitas udara di Indonesia Indeks kualitas udara (AQI⁺) dan polusi udara PM2.5 di Indonesia*. <https://www.iqair.com/id/indonesia?srsItd=AfmBOorMGcn0nPIwJWTIB5Gn>

mkVxs20YurF_P9vO4Y_uj0dUNO5w brh

Kemendes. (2023). *penyakit paru obstruktif kronis (PPOK), pneumonia, kanker paru, tuberculosis dan asma*.

Kementerian Lingkungan Hidup. (2002). *Pencemaran Udara*.

Mareta, O. Y. (2022). *Analisis Konsentrasi Polutan Pb, TSP, PM2,5, Dan PM10 Serta Kajian Implementasi Sistem Pengelolaan Kualitas Udara di Bengkel X*. Universitas Islam Indonesia.

Mukono, H. J. (2011). *Aspek Kesehatan Pencemaran Udara*. Airlangga University Press. <https://ipusnas2.perpusnas.go.id/book/e8f644b-9098-41ae-af9e-1fad1640a2a4>

Perdana, M. A. C., Sihombing, T. M., Chrisinta, D., Sahala, J., & Budaya, I. (2023). Pengaruh Dukungan Pemerintah, Infrastruktur, dan Akses Pasar terhadap Pertumbuhan Usaha Kewirausahaan di Wilayah Perkotaan. *Sanskara Ekonomi Dan Kewirausahaan*, 1(03), 149–161. <https://doi.org/10.58812/sek.v1i03.121>

Pramono, B., & Saputra, A. (2023). Hubungan Kadar Debu Total , Karakteristik Pekerja , Dan Perilaku Individu Terhadap Keluhan Subjektif Gangguan Pernapasan Pada Tenaga Kerja Bongkar Muat (TKBM) Di Pelabuhan Marunda , Jakarta Utara Tahun 2023. *BULLET: Jurnal Multidisiplin Ilmu*, 2(05), 1184–1199.

Putri, A., & Dwi, F. (2020). Hubungan Konsentrasi Kadar Debu Pm10 Dengan Kejadian Gejala Ispa (Infeksi Saluran Pernapasan Akut) Pada Pekerja Proyek Konstruksi X Di Depok Tahun 2018. *Jurnal Nasional Kesehatan Lingkungan Global*, 1(3). <https://doi.org/10.7454/jnklg.v1i3.1018>

Redaksi. (2025). *Debu Semen Beterbangan*. RiauPost.Co. <https://riaupos.jawapos.com/riau/2253422226/debu-semen-beterbangan>

Rosa Masita As'ari. (2023). Hubungan

- Kadar PM2.5 dan PM10 Terhadap Keluhan Dyspnea Warga Desa Lakardowo, Kabupaten Mojokerto, Provinsi Jawa Timur. *Environmental Pollution Journal*, 2(2), 419–425. <https://doi.org/10.58954/epj.v2i2.51>
- Saragih, E. E., Jati, D. R., & Pramadita, S. (2022). Industri Galangan Kapal serta Pengaruhnya terhadap Lingkungan Kerja baku mutu udara ambien berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 dan Menganalisis pengaruh kualitas udara terhadap lingkungan kerja dan. *Jurnal Teknologi Dan Lingkungan Lahan Basah*, 10(2), 129–138.
- Sienna, U. (2023). *Polusi Udara dan Lalu Lintas: Strategi Pemantauan untuk Mengurangi Emisi di Kota-Kota Besar*.
- Soeripto. (2008). *Higiene Industri*. Balai Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Sunaryo, M., & Rhomadhoni, M. N. (2021). Analisis Kadar Debu Respirabel Terhadap Keluhan Kesehatan Pada Pekerja. *Jurnal Kesmas (Kesehatan Masyarakat) Khatulistiwa*, 8(2), 63. <https://doi.org/10.29406/jkkm.v8i2.2480>
- United State Environmental Protection Agency. (2025). *Particulate Matter (PM) Pollution*.
- Virgia, R., Arisandi, W., & Aziza, N. (2022). Analisa Kadar Debu TSP Di Udara Ambien Terhadap Keluhan Kesehatan Saluran Pernapasan Pada Warga di Kawasan Jl. Yos Sudarso Km 07. Panjang Bandar Lampung. *Ilmu Kesehatan Masyarakat Indonesia (JIKMI)*, 3(1), 1–11.
- WHO. (2011). *Air Quality Guidelines for Particulate Matter, Ozone, Nitrogen dioxide, and Sulfur dioxide Global Update*. Summary of risk assesment.
- World Health Organization. (2024). *Ambient (outdoor) air pollution*. [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- Yolanda, K. A. (2021). Hubungan Paparan Debu Dan Lama Paparan Dengan Gangguan Faal Paru Pekerja Overhaul Power Plant. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 4(2), 155–166.