



Analisis Kadar Partikulat Matter (PM₁₀) Dari Kendaraan Bermotor Pada Ruas Jalan Pierre Tendean Di Depan Mega Mall

Maulana M. Dorus^{#a}, Isri R. Mangangka^{#b}, Roski R. I. Legrans^{#c}

^{#a}Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^a17021107023@student.unsrat.ac.id, ^bisri.mangangka@unsrat.ac.id, ^clegransroski@unsrat.ac.id

Abstrak

Untuk mengetahui besaran konsentrasi partikulat (PM₁₀) di ruas jalan Pierre Tendean depan Mega Mall Manado, dilakukan penelitian untuk mengukur konsentrasi partikulat (PM₁₀) menurut standar Baku Mutu dan ISPU. Sumber polutan yang menjadi objek penelitian adalah kendaraan bermotor yang terdiri atas kendaraan ringan (KR), kendaraan berat (KB) dan sepeda motor (SM). Pengukuran konsentrasi partikulat (PM₁₀) menggunakan alat EPAM Haz Dust 5000. Banyaknya kendaraan yang melintas di ruas jalan Pierre Tendean depan Mega Mall Manado dihitung menggunakan multi counter. Tahap analisis meliputi perhitungan besaran partikulat (PM₁₀) selama periode pengukuran berdasarkan standar Baku Mutu dan ISPU dan analisis korelasi jenis kendaraan bermotor dengan konsentrasi partikulat (PM₁₀). Hasil estimasi konsentrasi partikulat (PM₁₀) dalam kurun waktu 24 jam menunjukkan bahwa konsentrasi Partikulat (PM₁₀) selama 1 minggu adalah 21,76 µg/m³. Analisis menurut standar ISPU menghasilkan rata-rata konsentrasi partikulat (PM₁₀) dalam 1 minggu adalah 22,86. Analisis konsentrasi partikulat (PM₁₀) menurut standar Baku Mutu menunjukkan bahwa nilai konsentrasi partikulat selama 1 minggu belum melebihi ambang batas baku mutu (150 µg/m³) dengan nilai konsentrasi sebesar 21,76 µg/m³. Hal tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi partikulat (PM₁₀) masih memenuhi baku mutu. Hasil analisis konsentrasi partikulat (PM₁₀) dengan metode ISPU menunjukkan bahwa nilai konsentrasi rata-rata ISPU selama 1 minggu berada dalam rentang kelas 0-50, dengan konsentrasi sebesar 22,86. Menurut standar ISPU angka tersebut masuk dalam kategori baik, yakni kualitas udara masih terjaga dan tidak ada efek negatif yang ditimbulkan bagi kesehatan manusia ataupun makhluk hidup. Hasil analisis korelasi menjelaskan adanya kontribusi kendaraan bermotor dalam peningkatan konsentrasi (PM₁₀). Hubungan linear positif terjadi antara kendaraan ringan (KR) terhadap konsentrasi (PM₁₀) dengan koefisien korelasi sebesar 0.849. Hubungan linear negatif yang lemah terjadi antara kendaraan berat (KB) terhadap konsentrasi (PM₁₀) dengan koefisien korelasinya sebesar -0.399. Hubungan linear positif terjadi antara sepeda motor (SM) dan terhadap konsentrasi (PM₁₀) dengan koefisien korelasi sebesar 0.626. Dari ketiga jenis kendaraan yang menjadi objek penelitian, kendaraan ringan merupakan sumber polutan PM₁₀ terbesar pada ruas Jalan Pierre Tendean depan Mega Mall Manado.

Kata kunci: PM₁₀, kendaraan bermotor, ISPU, Baku Mutu, Jalan Pierre Tendean

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1407 tahun 2002 tentang Pedoman Pengendalian Dampak Pencemaran Udara. Pencemaran udara adalah masuknya atau masuknya zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien dalam kegiatan manusia, sehingga mutu udara ambien turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya.

Ditinjau dari berbagai sektor yang potensial dalam mencemari udara, pada umumnya sector pada transportasi memegang peran yang sangat besar dibandingkan dengan sector lainnya. Lebih

dari 90% polusi udara di kota-kota disebabkan oleh emisi kendaraan bermotor. Hal ini dikarenakan tingginya jumlah kendaraan yang tua ditambah dengan pemeliharaan kendaraan yang buruk, infrastruktur yang tidak memadai dan kualitas bahan bakar yang rendah (UNEP, 2015). Gas kendaraan bermotor yang menambah beban pencemar udara berupa gas CO, CO₂, NO₂, HC, partikel, Pb, dan asap foto kimia (Mukino, 2008).

Partikulat Matter (PM₁₀) salah satu zat pencemaran yang ada di udara yang dihasilkan oleh aktivitas antropogenik. Dari total emisi debu di udara 50% merupakan partikulat matter (PM₁₀). Emisi ini berkontribusi bagi pemanasan atmosfer, sebab selain menyebar juga dapat menyerap radiasi matahari (Havywood, 2000). PM₁₀ adalah bahan pencemar udara yang digolongkan ke dalam kelompok pencemar primer (primary pollutant), yaitu bahan pencemar diemisikan langsung ke udara dari sumber pencemaran, seperti kendaraan bermotor (Wijayanti, 2010).

Jalan Pierre Tendean di depan Mega Mall, adalah jalan utama yang sering dilalui kendaraan bermotor, dan merupakan salah satu titik kemacetan dari kendaraan motor dapat memproduksi polutan pencemaran udara, diantaranya partikulat matter (PM₁₀). Jika konsentrasi polutan tinggi maka dipastikan kualitas udara menurun yang akan mengurangi kualitas hidup manusia.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa konsentrasi partikulat (PM₁₀) di Ruas Jalan Pierre Tendean di Depan Mega Mall berdasarkan ISPU dan Baku Mutu?
2. Bagaimanakah Hubungan Volume Kendaraan Bermotor dengan konsentrasi partikulat (PM₁₀)?

1.3 Lingkup Penelitian

1. Lokasi Penelitian di depan Mega Mall
2. Waktu penelitian selama 1 minggu pada bulan Juli 2023
3. Polutan yang diteliti adalah partikulat (PM₁₀)
4. Jenis dari kendaraan bermotor yang digunakan dalam penelitian ini adalah Sepeda motor (SM) = sepeda motor dan kendaraan roda 3. Kendaraan berat (KB) = truk dan bus. Kendaraan Ringan (KR) = Pick Up dan Mobil pribadi
5. Hubungan yang diteliti dalam penelitian adalah volume kendaraan bermotor dan konsentrasi partikulat (PM₁₀)
6. Hubungan konsentrasi partikulat (PM₁₀) terhadap kecepatan kendaraan, arah angin, dan suhu tidak termasuk dalam lingkup penelitian.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis konsentrasi partikulat (PM₁₀) di Jl. Pierre Tendean, Kota Manado Berdasarkan ISPU dan Baku Mutu.
2. Menganalisis hubungan konsentrasi partikulat (PM₁₀) dengan volume kendaraan bermotor di Jl. Pierre Tendean, Kota Manado.

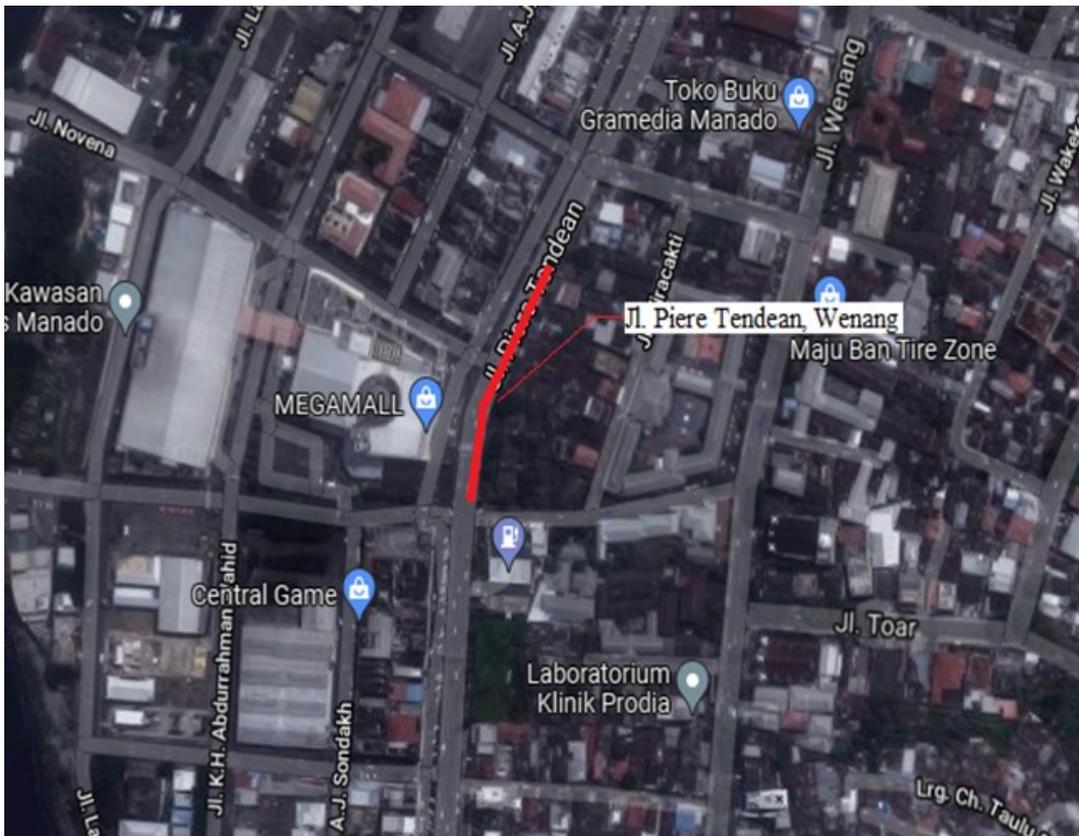
2. Metodologi Penelitian

2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan pada ruas Jalan Pierre Tendean depan Mega Mall Manado.

2.2. Metode Pengumpulan Data

Konsentrasi partikulat (PM₁₀) di udara Ambien dan volume kendaraan bermotor diperoleh dari pengukuran langsung di ruas Jl. Pierre Tendean depan Mega Mall Manado.



Gambar 1. Peta Lokasi Sampling

2.3. Analisis Data

Analisis data mengacu pada standar yaitu:

1. Baku Mutu

Standar ini menggunakan perbandingan konsentrasi (PM_{10}) pada waktu pengukuran di lokasi penelitian dengan konsentrasi partikulat (PM_{10}) yang ditetapkan dalam Baku Mutu menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara.

2. Indeks standar Pencemaran Udara (ISPU)

Standar ini bertujuan untuk mengetahui status kualitas udara ambien yang berada di lokasi penelitian berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: KEP 45/MENLH/1997 tentang Indeks Standar Pencemar Udara.

Hubungan antara sumber polutan yakni jenis kendaraan bermotor terhadap konsentrasi partikulat PM_{10} diperoleh melalui analisis korelasi Pearson.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Konsentrasi Partikulat (PM_{10}) dan Volume Kendaraan Bermotor

Tabel 1 menampilkan konsentrasi partikulat matter (PM_{10}) dan volume kendaraan bermotor menurut jenis yang ditetapkan selama 1 minggu waktu pengumpulan data. Tabel 2 menampilkan statistik kendaraan bermotor dan konsentrasi partikulat (PM_{10}).

1. Analisis Konsentrasi Partikulat (PM_{10})

Analisis konsentrasi partikulat (PM_{10}) yang diperoleh melalui pengukuran langsung menggunakan dua metode yaitu metode BMUA dan metode ISPU. Analisis dengan metode BMUA diawali dengan estimasi nilai konsentrasi partikulat (PM_{10}) pada durasi pengukuran selama 1 jam ke nilai konsentrasi selama 24 jam. Selanjutnya konsentrasi partikulat (PM_{10}) dalam waktu 24 jam akan dibandingkan dengan nilai konsentrasi partikulat (PM_{10}) yang telah ditetapkan dalam Baku Mutu Udara Ambien berdasarkan PP No. 41 1999 dan Peraturan Menteri

Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010 tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah. Pedoman Teknis Penetapan Baku Mutu Udara Ambien Daerah menjelaskan bahwa baku mutu udara ambien adalah ukuran batas atau kadar zat, energi, dan/atau komponen yang ada atau seharusnya ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam udara ambien. Tabel 3 berisi hasil analisis konsentrasi partikulat (PM_{10}) dengan Metode Baku Mutu.

Analisis dengan metode Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) bertujuan untuk menentukan status kualitas udara ambien di lokasi penelitian berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : KEP 45/MENLH/1997 tentang Indeks Standar Pencemaran Udara. ISPU adalah nilai atau angka yang tidak memiliki satuan. Nilai Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) menggambarkan kondisi kualitas udara ambien di lokasi dan dalam waktu tertentu berdasarkan dampak yang ditimbulkan terhadap kesehatan manusia atau makhluk hidup lainnya dan juga berdasarkan nilai keindahan (estetika). Tabel 4 berisi hasil analisis konsentrasi partikulat (PM_{10}) dengan Metode ISPU.

Tabel 1. Hasil dari Konsentrasi Partikulat Matter (PM_{10}) dan Volume Kendaraan Bermotor

Hari/Tanggal	Volume Kendaraan Ringan/Jam	Volume Kendaraan Berat/Jam	Volume Kendaraan Sepeda Motor/Jam	Kosentrasi Partikulat (PM_{10})/Jam
Senin. 03 Juli 2023	871	35	1020	39.33
Selasa. 04 Juli 2023	886	21	1510	52
Rabu. 05 Juli 2023	791	40	1290	33.67
Kamis. 06 Juli 2023	813	34	1301	31
Jumat. 07 Juli 2023	859	25	1487	50
Sabtu. 08 Juli 2023	867	31	1239	40.33
Minggu. 09 Juli 2023	788	22	1191	27.33

Tabel 2. Statistik Kendaraan Bermotor dan Kosentrasi Partikulat (PM_{10})

Karakteristik Data	Sepeda Motor	Kendaraan Berat	Kendaraan Ringan	Kosentrasi Partikulat
	SM	KB	KR	PM10
Count	7.000	7.000	7.000	7.000
Sum	5875.000	208.000	9038.000	274.330
%Empties	0.000	0.000	0.000	0.000
Mean	839.286	29.714	1291.143	39.190
Std. err. Of mean	15.428	2.723	64.110	3.484
Min	788.000	21.000	1020.000	27.330
Q1	791.000	22.000	1191.000	31.670
Median	859.000	31.000	1290.000	39.330
Q3	867.000	34.000	1301.000	40.330
Max	886.000	40.000	1510.000	52.000
Range	98.000	19.000	490.000	24.670
Variance	1666.238	51.905	28770.476	84.992
Std. deviation	40.820	7.204	169.619	9.219
Rel. Std. deviation	0.049	0.242	0.131	0.235
Skewness	-0.353	0.057	-0.147	0.329
Kurtosis	-2.148	-1.569	-0.169	-1.233

Tabel 3. Hasil Analisis Baku Mutu Parameter Partikulat (PM₁₀)

Parameter	Hari/Tanggal	Kosentrasi Partikulat (PM ₁₀)			Baku Mutu
		1 Jam (µg/m ³)	24 Jam (µg/m ³)	Rata-rata 24 Jam (µg/m ³)	
(PM ₁₀)	Senin. 03 Juli 2023	39.33	21.84	21,76	150 ug/m ³
	Selasa. 04 Juli 2023	52	28.88		
	Rabu. 05 Juli 2023	33.67	18.70		
	Kamis. 06 Juli 2023	31.67	17.59		
	Jumat. 07 Juli 2023	50	27.77		
	Sabtu. 08 Juli 2023	40.33	22.40		
	Minggu. 09 Juli 2023	27.33	15.18		

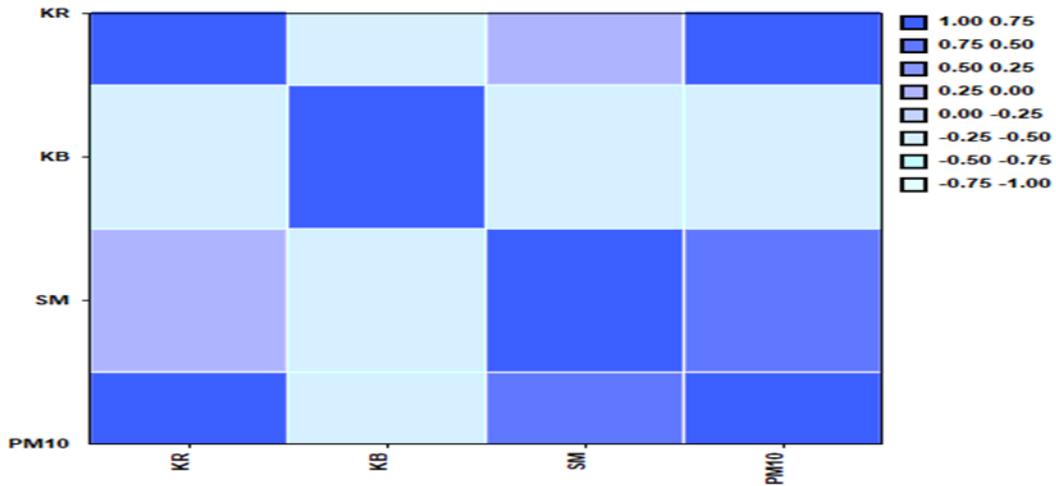
Tabel 4. Hasil Analisis ISPU Parameter Partikulat (PM₁₀)

Parameter	Hari/Tanggal	Kosentrasi (PM ₁₀)	ISPU	Rata-rata ISPU	Rentang ISPU	Kategori
		24 Jam				
PM ₁₀	Senin. 03 Juli 2023	21.84	21.84	22,86	0-50	BAIK
	Selasa. 04 Juli 2023	28.88	28.88			
	Rabu. 05 Juli 2023	18.70	18.70			
	Kamis. 06 Juli 2023	17.59	17.59			
	Jumat. 07 Juli 2023	27.77	27.77			
	Sabtu. 08 Juli 2023	22.40	22.40			
	Minggu. 09 Juli 2023	15.18	15.18			

3.2. Analisis Korelasi Kendaraan Bermotor dengan Partikulat Matter (PM₁₀)

Analisis koefisien korelasi kendaraan bermotor dengan partikulat (PM₁₀) dilihat dalam bentuk korelasi matriks dimana korelasi matriks memuat semua koefisien korelasi dan semua pasangan variabel penelitian dalam bentuk baris dan kolom. Matriks korelasi antar variabel ditunjukkan pada Gambar 2.

Pada Gambar 2, variable bebas adalah jenis kendaraan yaitu kendaraan ringan (KR), kendaraan berat (KB) dan sepeda motor (SM). Partikulat (PM₁₀) adalah variable terikat. Tabel 5 menampilkan koefisien korelasi antar variable.



Gambar 2. Korelasi Matrix Antara Variabel

Tabel 5. Koefisien Korelasi Antara Variabel

	KR	KB	SM	PM10
KR	1	-0.289	0.216	0.849
KB	-0.289	1	-0.481	-0.399
SM	0.216	-0.481	1	0.626
PM10	0.850	-0.396	0.633	1

Tabel 6. Koefisien Korelasi Kendaraan Ringan (KR) dan Konsentrasi Partikulat (PM₁₀)

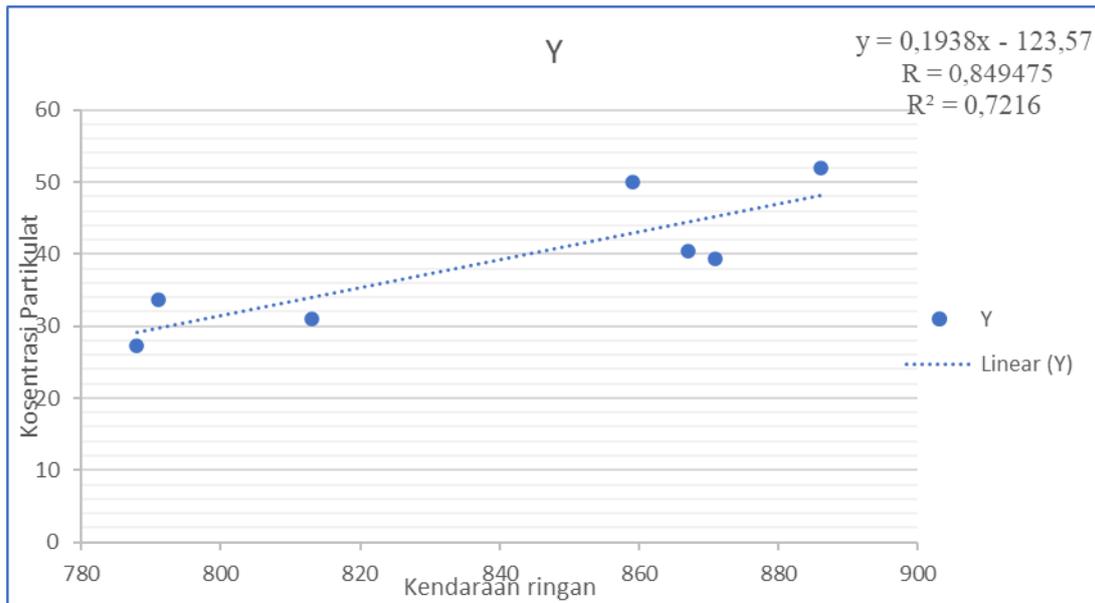
No.	Volume Kendaraan Ringan (X)	Konsentrasi Partikulat (PM ₁₀) (Y)	X ²	Y ²	XY	Koefisien Korelasi (r)
1	871	39,33	758641	1546,849	34256,43	0,849475
2	886	52	784996	2704	46072	
3	791	33,67	625681	1133,669	26632,97	
4	813	31	660969	961	25203	
5	859	50	737881	2500	42950	
6	867	40,33	751689	1626,509	34966,11	
7	788	27,33	620944	746,9289	21536,04	
Σ	5875	273,66	4940801	11218,96	231616,6	

Tabel 7. Koefisien Korelasi Kendaraan Berat (KR) dan Konsentrasi Partikulat (PM₁₀)

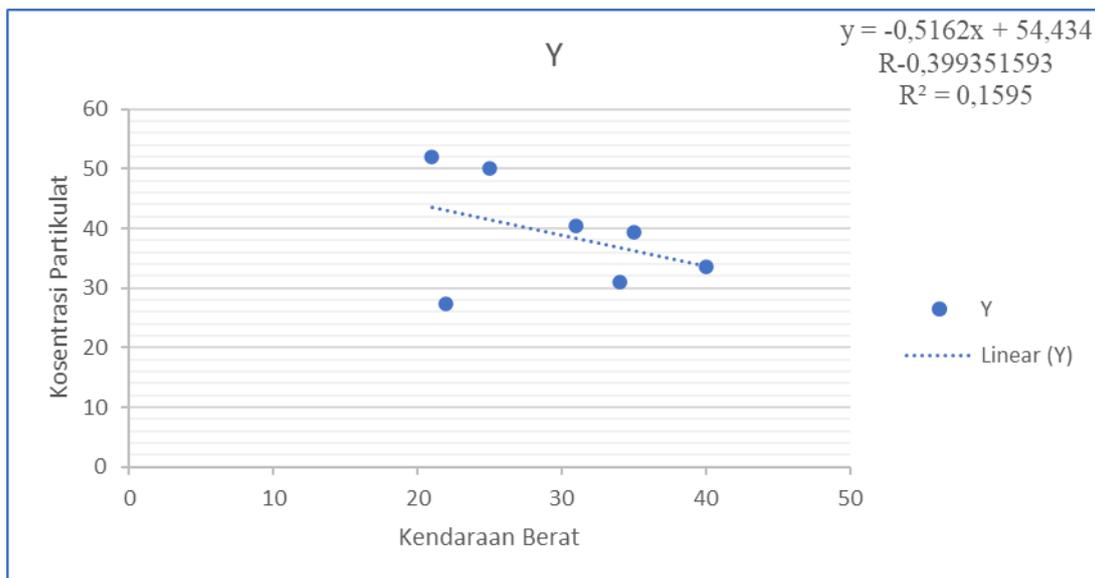
No.	Volume Kendaraan Berat (X)	Konsentrasi Partikulat (PM ₁₀) (Y)	X ²	Y ²	XY	Koefisien Korelasi (r)
1	35	39,33	1225	1546,849	1376,55	-0,39935
2	21	52	441	2704	1092	
3	40	33,67	1600	1133,669	1346,8	
4	34	31	1156	961	1054	
5	25	50	625	2500	1250	
6	31	40,33	961	1626,509	1250,23	
7	22	27,33	484	746,9289	601,26	
Σ	208	273,66	6492	11218,96	7970,84	

Tabel 8. Koefisien Korelasi Sepeda Motor (KR) dan Konsentrasi Partikulat (PM₁₀)

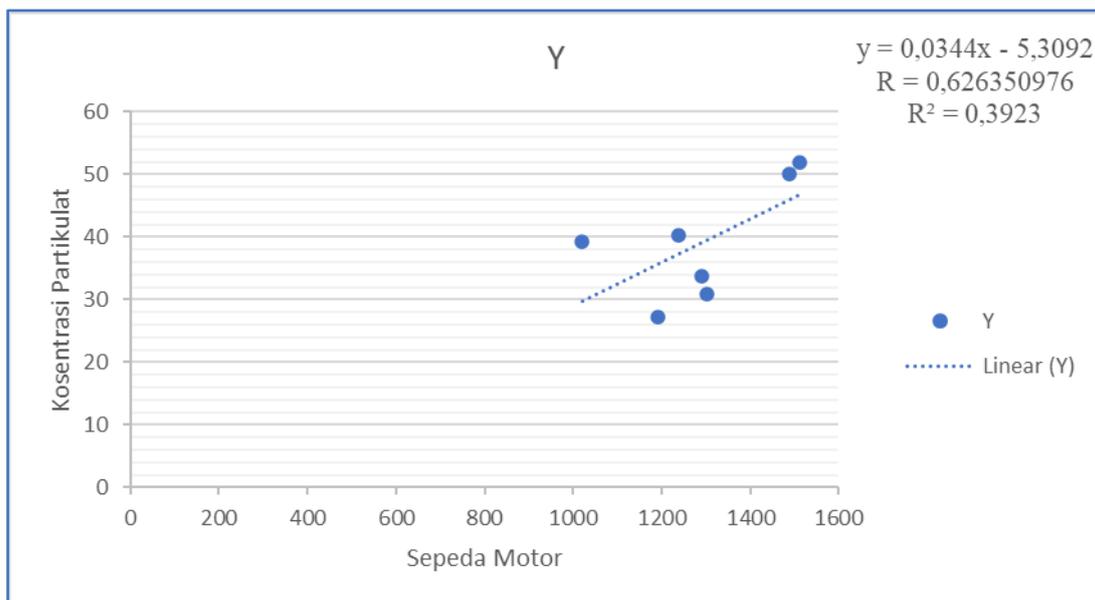
No.	Volume Sepeda Motor (X)	Konsentrasi Partikulat (PM ₁₀) (Y)	X ²	Y ²	XY	Koefisien Korelasi (r)
1	1020	39,33	1040400	1546,849	40116,6	0,626351
2	1510	52	2280100	2704	78520	
3	1290	33,67	1664100	1133,669	43434,3	
4	1301	31	1692601	961	40331	
5	1487	50	2211169	2500	74350	
6	1239	40,33	1535121	1626,509	49968,87	
7	1191	27,33	1418481	746,9289	32550,03	
Σ	9038	273,66	11841972	11218,96	359270,8	



Gambar 3. Kurva Korelasi Partikulat (PM₁₀) dan Kendaraan Ringan (KR)



Gambar 4. Kurva Korelasi Partikulat (PM₁₀) dan Kendaraan Berat (KB)



Gambar 5. Kurva Korelasi Partikulat (PM₁₀) dan Sepeda Motor (SM)

4. Kesimpulan

1. Hasil analisis konsentrasi partikulat (PM₁₀) dengan metode Baku Mutu menunjukkan nilai konsentrasi rata-rata selama 1 minggu pengukuran pada bulan Juli 2023 di ruas jalan Pierre Tendean depan Mega Mall Manado masih berada di bawah ambang batas baku mutu (150 µg/m³) dengan nilai konsentrasi sebesar 21,76 µg/m³. Hasil analisis konsentrasi partikulat (PM₁₀) dengan metode ISPU menunjukkan bahwa nilai konsentrasi rata-rata ISPU selama 1 minggu pengukuran pada bulan Juli 2023 berada pada rentang kelas 0-50, dengan nilai konsentrasi sebesar 22,86. Nilai ISPU tersebut masuk dalam kategori baik, dimana kualitas udara masih terjaga dan tidak ada efek negatif yang ditimbulkan bagi kesehatan manusia ataupun makhluk hidup.
2. Hubungan antara jenis kendaraan terhadap konsentrasi partikulat (PM₁₀) dinyatakan melalui korelasi, dimana jenis kendaraan ringan (KR) memiliki korelasi positif yang sangat kuat terhadap konsentrasi partikulat ($r = 0.85$), jenis kendaraan berat (KB) memiliki korelasi negative yang sedang terhadap konsentrasi partikulat ($r = -0.4$) dan jenis kendaraan sepeda motor (SM) memiliki korelasi positif kuat terhadap konsentrasi partikulat ($r = 0.63$). Dengan demikian diketahui bahwa kendaraan ringan merupakan sumber polutan PM₁₀ terbesar pada ruas jalan Pierre Tendean depan Mega Mall.

Referensi

- Febriansyah, E. D. Y. (2015). Analisis Tingkat Pencemaran Udara Oleh : Analisis Tingkat Pencemaran Udara Di Hotel Grand Clarion Makassar.
- Fauzia, Nurilma dan Agustin Kusumayati. 2014. Tingkat Resiko Kesehatan Akibat Pajanan PM10 Pada Populasi Berisiko Di Terminal Bus Pulogadung Jakarta Timur Tahun 2014
- Fardiaz, Srikandi. 1992. Polusi Air dan Udara. Yogyakarta : Kanisius
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1407 tahun 2002 tentang Pedoman Pengendalian Dampak Pencemaran Udara
- Kurniawan, A. 2017. Pengukuran Parameter Kualitas Udara (CO, NO₂, SO₂, O₃ dan PM₁₀) Di Bukit Kototabang Berbasis ISPU. Jurnal TeknoSains. 7(1): 1-82. DOI 10.22146/teknosains.34658
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: KEP 45/MENLH/ 1997 Tentang Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU)
- Mukono H.J. 2005. Pencemaran Udara dan Pengaruhnya Terhadap Gangguan Saluran Pernapasan, Airlangga University Press: Surabaya
- Majid Hr. Lagu, A. M. (2020). Analisis Kualitas Lingkungan
- Nahla Mustafa kamal .2015. Studi tingkat kualitas udara pada Kawasan Mall Panakukang Makasar. Prodi Teknik Lingkungan Jurusan Sipil Fakultas Teknik
- Paramitha, Nadia. 2006. Hubungan Volume Kendaraan Bermotor, Suhu, Kelembaban, Arah dan

- Kecepatan Angin dengan Konsentrasi CO di Ruang Parkir Bawah Tanah (Dalam Ruang) dan di Ruas Jalan (Luar Ruang) (Studi Kasus: Malioboro Mall, Yogyakarta). Semarang: Prodi Teknik Lingkungan Diponegoro
- Pudjiastuti, W. (2002). Debu Sebagai Bahan Pencemar Yang Membahayakan Kesehatan Kerja Jakarta, Pusat Kesehatan Kerja, Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran udara.
- Pemerintah Indonesia. 1999. PP Nomor 41 tahun 1999 tentang Pengendalian pencemar udara
- Pudjiastuti L, dkk. (1998). Kualitas Udara Dalam Ruangan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan RI, Jakarta.
- Pudjiastuti, W. (2002). Debu Sebagai Bahan Pencemar Yang Membahayakan Kesehatan Kerja Jakarta, Pusat Kesehatan Kerja, Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) .2005. No.19-7119.6-2005.Faktor Titik Sampel Udara Ambien dan Syarat Pemilihan Lokasi (titik) Pengambilan Contoh Uji
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 2005. No.19-7119.9-2005. Penentuan Uji Pengambilan Contoh Uji Pemantauan Kualitas Udara roadside.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 2005 . No.19-7119.2-2005. Persyaratan Penempatan Alat Kualitas Udara
- Setiani, O dan Fikri, E. Analisis Perbedaan Kapasitas Fungsi Paru pada Pedagang Kaki Lima Berdasarkan Kandungan Debu Sekitar Total di Jalan Nasional Semarang Tahun 2010. Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia 2010.
- Particulate matter criteria. Environmental Protection Agency.
- Jeverson Uniplaita#1, Isri R. Mangangka#2, Roski R. I. Legrans#3 2020. Studi Penurunan Kualitas Udara Ambien Akibat Debu Dari Kendaraan Bermotor (Studi Kasus: Jl. R. W. Monginsidi Depan Kawasan Bahu Mall Manado)
- Wardhana, Wisnu Arya. 2001. Dampak Pencemaran Lingkungan. Penerbit ANDI. Yogyakarta.
- Wardhana, A.W, 2004. Dampak Pencemaran Lingkungan. Edisi Revisi. Penerbit Andi Offset: Yogyakarta