



Analisis Kualitas Udara Ambien di Kota Padang: Konsentrasi Polutan, Distribusi Spasial, dan Implikasi Kebijakan

Ambient Air Quality Analysis in Padang City: Pollutant Concentrations, Spatial Distribution, and Policy Implications

Ahmad Juanda^{1*}, Donny Fernandez¹, Dwi Sudarno Putra¹, Toto Sugiarto¹

Abstrak

Modernisasi dan pertumbuhan ekonomi Kota Padang telah memicu degradasi kualitas udara yang berpotensi mengancam kesehatan publik. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi konsentrasi polutan udara ambien—SO₂, NO_x, CO, dan PM₁₀—serta mengidentifikasi faktor dominan yang memengaruhinya. Metode deskriptif kuantitatif digunakan pada sepuluh titik sampling mewakili berbagai zona aktivitas. Hasil pengukuran menunjukkan seluruh parameter berada di bawah baku mutu PP No. 22 Tahun 2021, dengan status ISPU “Baik”: SO₂ (32,2–102 µg/m³), NO_x (31,1–86,2 µg/m³), CO (1.214–4.296 µg/m³), dan PM₁₀ (0,17–15,3 µg/m³). Namun, analisis regresi mengungkap 73,4% variasi konsentrasi polutan dipengaruhi oleh pembangunan infrastruktur, pertumbuhan penduduk, dan kepadatan lalu lintas. Heterogenitas spasial signifikan mengidentifikasi *hotspot* di RTH Imam Bonjol, Terminal Anak Aia, dan Jalan Raya Indarung, yang perlu menjadi fokus strategi mitigasi polusi udara perkotaan.

Kata Kunci

Kualitas udara ambien, polutan udara, partikulat PM₁₀, analisis spasial, pengendalian emisi kendaraan

Abstract

Rapid urban modernization and economic growth in Padang City have contributed to the degradation of ambient air quality, posing potential risks to public health. This study aims to evaluate the concentrations of key air pollutants—SO₂, NO_x, CO, and PM₁₀—and to identify dominant influencing factors. A quantitative descriptive approach was applied to ten sampling points representing diverse activity zones. Results indicate that all parameters met the national ambient air quality standards (PP No. 22/2021) and were classified as “Good” by the Air Pollution Standard Index (ISPU): SO₂ (32.2–102 µg/m³), NO_x (31.1–86.2 µg/m³), CO (1,214–4,296 µg/m³), and PM₁₀ (0.17–15.3 µg/m³). Regression analysis revealed that 73.4% of pollutant concentration variance was significantly influenced by infrastructure development, demographic growth, and traffic density. Spatial heterogeneity highlighted pollution hotspots at Imam Bonjol Green Open Space, Anak Aia Terminal, and Jalan Raya Indarung, which should be prioritized in future urban air quality mitigation strategies.

Keywords

Ambient air quality, air pollutants, PM₁₀ particulate matter, spatial analysis, vehicular emission control

¹ Departemen Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang
Jln. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar, Padang Sumatera Barat, Indonesia

*ahmadjuanda221202@gmail.com

Dikirimkan: 24 Juni 2025. Diterima: 05 Agustus 2025. Diterbitkan: 22 Agustus 2025.

PENDAHULUAN

Pencemaran udara merupakan salah satu permasalahan lingkungan paling serius di wilayah perkotaan, dengan dampak signifikan terhadap kesehatan dan kualitas hidup masyarakat [1]. Percepatan modernisasi perkotaan di berbagai belahan dunia, termasuk di Indonesia, kerap memunculkan trade-off yang merugikan keberlanjutan ekologis, salah satunya berupa penurunan kualitas udara [2]. Dari berbagai sektor penyumbang emisi, sektor transportasi memiliki kontribusi terbesar terhadap pencemaran udara [3], dengan kawasan metropolitan menghasilkan emisi kendaraan bermotor yang mencapai 60–70% dari total polusi.

Kualitas udara memiliki hubungan erat dengan angka morbiditas penyakit pernapasan pada berbagai kelompok usia, mulai dari balita hingga dewasa. Menurut World Health Organization (WHO), sekitar 3,8 juta kematian prematur di dunia dipicu oleh pencemaran udara, dengan distribusi penyebab meliputi pneumonia (27%), stroke (18%), PPOK (20%), penyakit jantung iskemik (27%), dan kanker paru (8%). Paparan polutan atmosfer juga berperan signifikan terhadap hambatan pertumbuhan dan stunting pada anak balita, menempati urutan kedua setelah faktor kualitas air serta sanitasi [4]. Peningkatan jumlah kendaraan bermotor memperburuk polusi udara melalui emisi gas berbahaya seperti karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂), nitrogen oksida (NO_x), sulfur dioksida (SO₂), dan partikulat (PM) [5].

Sistem transportasi berbahan bakar fosil menjadi sumber utama pelepasan gas dan partikel pencemar udara. Peningkatan penggunaan mobil dan sepeda motor berbahan bakar fosil berkontribusi signifikan terhadap akumulasi polutan di atmosfer [6]. Udara yang secara alami terdiri dari 21% oksigen, 78% nitrogen, dan sisanya gas-gas minor, mengalami peningkatan konsentrasi polutan di atas ambang normal akibat aktivitas manusia, yang dapat membahayakan kesehatan [7].

Mesin bensin, meskipun mendukung pertumbuhan ekonomi melalui sektor transportasi, menghasilkan emisi berbahaya seperti CO, NO_x, hidrokarbon (HC), dan partikulat (PM) yang dapat merusak lapisan ozon [8]. Secara global, hampir seluruh populasi dunia (99%) terpapar udara dengan konsentrasi polutan di atas batas aman, menjadikan polusi udara luar ruang sebagai salah satu risiko lingkungan terbesar penyebab kematian prematur, serta menempati peringkat kedua sebagai pemicu kematian akibat penyakit tidak menular [9].

Polusi udara ambien di wilayah metropolitan maupun non-metropolitan berkontribusi terhadap sekitar 7 juta kematian dini di seluruh dunia pada tahun 2023. Mortalitas ini sebagian besar diakibatkan oleh paparan partikel berukuran halus yang memicu gangguan kardiovaskular dan respirasi, serta meningkatkan risiko kanker. Dari total kematian tersebut, 4,2 juta disebabkan oleh polusi udara luar ruang (ambien) dan 3,8 juta oleh polusi udara dalam ruang, terutama akibat pembakaran bahan bakar padat untuk memasak [10]. Data tahun sebelumnya menunjukkan bahwa kawasan Asia Selatan dan Asia Timur merupakan wilayah dengan tingkat pencemaran tertinggi secara global. Pada 2023, distribusi penyebab kematian dini terkait polusi udara luar ruang terdiri dari penyakit jantung iskemik dan stroke (25%), penyakit paru obstruktif kronis (24%), infeksi saluran pernapasan (43%), serta kanker saluran pernapasan (29%) [10].

Pertumbuhan penduduk Kota Padang yang terus meningkat setiap tahun diiringi dengan bertambahnya jumlah kendaraan bermotor, pembangunan infrastruktur, urbanisasi, dan peningkatan volume lalu lintas. Kondisi ini memicu pencemaran udara ambien akibat emisi gas buang dari pembakaran bahan bakar kendaraan. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, pencemaran udara didefinisikan sebagai masuknya atau dimasukkannya organisme, zat, energi, atau komponen lain ke atmosfer, serta terjadinya perubahan komposisi udara akibat aktivitas manusia atau proses alami. Penurunan kualitas

udara yang dihasilkan dapat mencapai tingkat di mana udara kehilangan fungsi optimalnya atau bahkan membahayakan kesehatan. Peningkatan emisi polutan dari sektor transportasi bermotor memberikan dampak lingkungan yang signifikan dan sulit dihindari, termasuk meningkatnya risiko pencemaran dan gangguan kesehatan [11].

Menurut World Health Organization (WHO), udara bersih seharusnya tidak berwarna, tidak berbau, dan memberikan sensasi segar saat dihirup. Kualitas udara bersih diukur menggunakan parameter-parameter tertentu yang nilainya tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Udara Bersih [9].

No	Parameters	Clean Air
1	Particle Material	0,01 – 0,02 mg / m ³
2	SO ₂	0,003 – 0,02 PPM
3	CO	0,1 – 0,99 PPM
4	NO _x	0,003 – 0,02 PPM
5	CO ₂	310 – 330 PPM
6	Hydrocarbons	0,1 – 0,99 PPM

Kota Padang, dengan karakteristik geografis dan aktivitas sosial-ekonomi yang khas, memerlukan perhatian khusus dalam pemantauan kualitas udara. Ketersediaan informasi yang akurat dan berkelanjutan mengenai konsentrasi polutan serta partikulat di udara ambien menjadi krusial untuk mengevaluasi tingkat paparan masyarakat, mengidentifikasi tren perubahan kualitas udara, menilai efektivitas kebijakan pengendalian pencemaran yang telah diterapkan, serta menyediakan dasar ilmiah bagi perencanaan pembangunan kota yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan.

Analisis terhadap kondisi polutan dan partikulat udara ambien di Kota Padang penting dilakukan untuk memperoleh gambaran komprehensif mengenai status kualitas udara, sekaligus menilai implikasinya terhadap pencapaian target pembangunan berkelanjutan. Informasi ini akan bermanfaat bagi pemerintah daerah, akademisi, praktisi lingkungan, dan masyarakat umum dalam mewujudkan lingkungan perkotaan yang sehat, bersih, dan berkelanjutan. Peningkatan arus urbanisasi dan penggunaan transportasi berbahan bakar fosil telah memperbanyak jenis serta konsentrasi polutan di udara. Kualitas udara yang rendah berpotensi menurunkan tingkat kesehatan masyarakat, terlebih dengan minimnya informasi yang optimal terkait mutu udara dan dampaknya di Kota Padang.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan identifikasi konsentrasi polutan dan partikulat di wilayah Kota Padang sebagai dasar bagi pemerintah dalam merumuskan kebijakan pengelolaan kualitas udara. Penelitian ini bertujuan untuk menilai kesesuaian kualitas udara ambien di Kota Padang terhadap baku mutu yang berlaku, dengan pendekatan deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian diharapkan memberikan informasi yang akurat mengenai kandungan polutan dan partikulat di udara ambien Kota Padang, sehingga dapat menjadi masukan strategis bagi pemangku kepentingan dalam upaya mewujudkan “Padang Menuju Sehat.”

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi deskriptif kuantitatif yang memanfaatkan analisis spasial. Pendekatan deskriptif kuantitatif digunakan untuk menggambarkan konsentrasi polutan udara, meliputi sulfur dioksida (SO₂), nitrogen oksida (NO_x), karbon monoksida (CO), dan partikulat (PM₁₀) pada 10 titik pengambilan sampel. Analisis spasial digunakan untuk memetakan sebaran konsentrasi polutan pada wilayah studi [12][13]. Secara konseptual,

metode deskriptif kuantitatif mengacu pada proses penyelidikan empiris terhadap fenomena sosial atau lingkungan berdasarkan pengujian teori melalui tahapan sistematis, mulai dari perumusan asumsi atau hipotesis, penentuan variabel penelitian, perancangan desain penelitian, pemilihan subjek, pengumpulan data, hingga analisis numerik menggunakan prosedur statistik yang valid. Pendekatan ini bertujuan menghasilkan kesimpulan yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah [12].

Pengambilan sampel udara ambien dilakukan di 10 titik lokasi pemantauan di Kota Padang yang dipilih berdasarkan kategori *roadside* dan *non-roadside* untuk mewakili kawasan perkantoran, permukiman, perdagangan dan jasa, ruang terbuka hijau, serta industri. Lokasi tersebut meliputi: RTH Imam Bonjol, Pasar Lubuk Buaya, depan SMA Negeri 1 Padang, Komplek Cimpago Permai Limau Manis, TPA Air Dingin, Terminal Anak Aia, depan Balai Kota Padang Air Pacah, Danau Cimpago, Jalan Raya Indarung Padang Besi, dan RSUD dr. Rasidin Padang. Proses identifikasi sampel udara ambien dilakukan di UPT Laboratorium Lingkungan Hidup Kota Padang. Parameter yang diamati mencakup polutan gas SO_2 , NO_x , CO, dan PM_{10} . Pengukuran gas SO_2 , NO_x , dan CO menggunakan impinger yang dilengkapi botol berisi larutan penangkap. Larutan ini bereaksi dengan gas kontaminan sebelum dianalisis di laboratorium. Sementara itu, pengukuran PM_{10} dilakukan menggunakan *High Volume Air Sampler* (HVAS).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Berdasarkan hasil pengukuran kualitas udara ambien pada 10 titik lokasi pengambilan sampel, diperoleh data konsentrasi gas SO_2 , NO_x , CO, dan PM_{10} . Kegiatan pemantauan baku mutu udara ambien ini dilaksanakan oleh Dinas Lingkungan Hidup di setiap kabupaten/kota dan provinsi. Pengukuran dilakukan dua kali dalam setahun, yaitu pada periode Januari–Februari yang mewakili musim kemarau, serta pada periode Juli–Agustus yang mewakili musim hujan. Dalam penelitian ini, pengukuran kualitas udara ambien Kota Padang pada bulan Juni 2025 mencakup nilai konsentrasi gas SO_2 , NO_x , CO, dan PM_{10} di 10 titik lokasi penelitian. Rekapitulasi data hasil pengukuran yang diperoleh bersama tim sampling Dinas Lingkungan Hidup disajikan pada Tabel 2 hingga Tabel 5, meliputi parameter Gas SO_2 , Gas NO_x , Gas CO, dan PM_{10} .

Tabel 1. Konsentrasi Gas Sulfur Dioksida (SO_2)

Titik Sampling	Titik Koordinat	Pemantauan SO_2 Pada Tahun 2025			
		Indikator SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Kondisi Lapangan		
			T ($^{\circ}\text{C}$)	Laju Alir	P (Hpa)
Titik 1	0°57'09.0"S 100°21'42.2"E	102	31	1198,4	1006,2
Titik 2	0°49'57.2"S 100°19'38.3"E	47,9	32,8	1198,7	1007,4
Titik 3	00°55'07.0"S 100°21'13.5"E	94,2	31	1198,4	1008,1
Titik 4	00°55'44.8"S 100°27'46.3"E	32,2	36,5	1198,7	998,6
Titik 5	00°49'36.0"S 100°23'02.6"E	97,1	33,7	1198,5	1006,4
Titik 6	00°49'37.5"S 100°19'48.5"E	57,5	32,9	1198,6	1008,1

Titik Sampling	Titik Koordinat	Pemantauan SO ₂ Pada Tahun 2025			
		Indikator SO ₂ (µg/m ³)	Kondisi Lapangan		
			T (°C)	Laju Alir	P (Hpa)
Titik 7	00°52'47.1"S 100°23'39.4"E	67	31	1198,4	1006
Titik 8	0°52'37"S 100°23'13"E	72	31	1198,4	1006,1
Titik 9	0°57'28.5"S 100°27'41.2"E	54,3	37,5	1198,7	998,5
Titik 10	0°55'56.1"S 100°21'02.7"E	40,7	36	1198,7	1011,8
Baku Mutu		150	-	-	-

Tabel 2. Konsentrasi Gas Nitrogen Oksida (NO_x)

Titik Sampling	Titik Koordinat	Pemantauan NO _x Pada Tahun 2025			
		Indikator NO _x (µg/m ³)	Kondisi Lapangan		
			T (°C)	Laju Alir	P (Hpa)
Titik 1	0°57'09.0"S 100°21'42.2"E	38,1	31	1198,4	1006,2
Titik 2	0°49'57.2"S 100°19'38.3"E	64,1	32,8	1198,7	1007,4
Titik 3	00°55'07.0"S 100°21'13.5"E	47,5	31	1198,4	1008,1
Titik 4	00°55'44.8"S 100°27'46.3"E	56,7	36,5	1198,7	998,6
Titik 5	00°49'36.0"S 100°23'02.6"E	70,6	33,7	1198,5	1006,4
Titik 6	00°49'37.5"S 100°19'48.5"E	86,2	32,9	1198,6	1008,1
Titik 7	00°52'47.1"S 100°23'39.4"E	31,1	31	1198,4	1006
Titik 8	0°52'37"S 100°23'13"E	35,7	31	1198,4	1006,1
Titik 9	0°57'28.5"S 100°27'41.2"E	71,3	37,5	1198,7	998,5
Titik 10	0°55'56.1"S 100°21'02.7"E	59,7	36	1198,7	1011,8
Baku Mutu		200	-	-	-

Tabel 3. Konsentrasi Gas Karbon Monoksida (CO)

Titik Sampling	Titik Koordinat	Pemantauan CO Pada Tahun 2025			
		Indikator CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Kondisi Lapangan		
			T ($^{\circ}\text{C}$)	Laju Alir	P (Hpa)
Titik 1	0°57'09.0"S 100°21'42.2"E	3.460	31	1198,4	1006,2
Titik 2	0°49'57.2"S 100°19'38.3"E	4.296	32,8	1198,7	1007,4
Titik 3	00°55'07.0"S 100°21'13.5"E	3.150	31	1198,4	1008,1
Titik 4	00°55'44.8"S 100°27'46.3"E	1.214	36,5	1198,7	998,6
Titik 5	00°49'36.0"S 100°23'02.6"E	2.349	33,7	1198,5	1006,4
Titik 6	00°49'37.5"S 100°19'48.5"E	1.375	32,9	1198,6	1008,1
Titik 7	00°52'47.1"S 100°23'39.4"E	2.028	31	1198,4	1006
Titik 8	0°52'37"S 100°23'13"E	2.314	31	1198,4	1006,1
Titik 9	0°57'28.5"S 100°27'41.2"E	4.296	37,5	1198,7	998,5
Titik 10	0°55'56.1"S 100°21'02.7"E	2.005	36	1198,7	1011,8
Baku Mutu		10.000	-	-	-

Tabel 5. Konsentrasi Particulate matter 10 (PM₁₀)

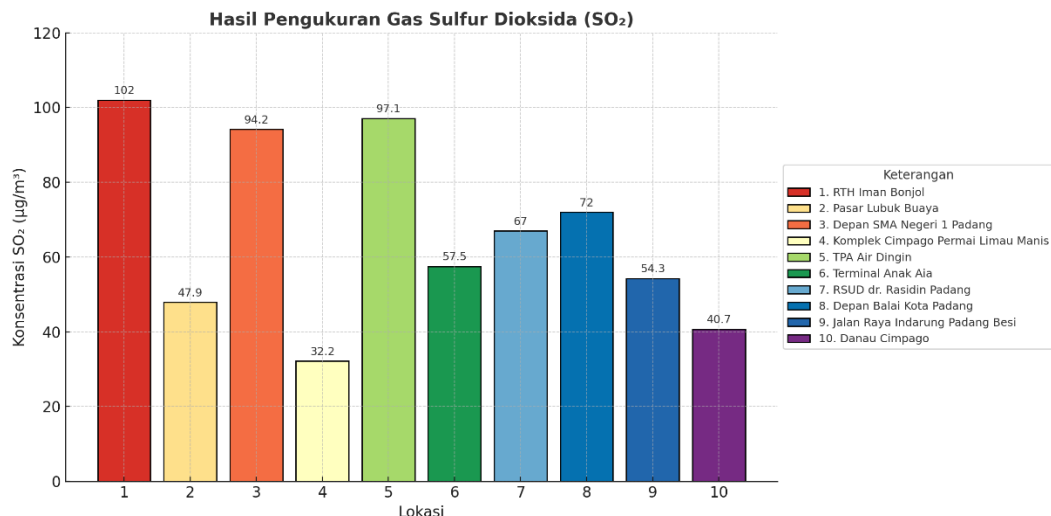
Titik Sampling	Titik Koordinat	Pemantauan PM ₁₀ Pada Tahun 2025			
		Indikator PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Kondisi Lapangan		
			T ($^{\circ}\text{C}$)	Laju Alir	P (Hpa)
Titik 1	0°57'09.0"S 100°21'42.2"E	15,3	31	1198,4	1006,2
Titik 2	0°49'57.2"S 100°19'38.3"E	0,34	32,8	1198,7	1007,4
Titik 3	00°55'07.0"S 100°21'13.5"E	3,02	31	1198,4	1008,1
Titik 4	00°55'44.8"S 100°27'46.3"E	1,93	36,5	1198,7	998,6
Titik 5	00°49'36.0"S 100°23'02.6"E	0,17	33,7	1198,5	1006,4
Titik 6	00°49'37.5"S 100°19'48.5"E	0,34	32,9	1198,6	1008,1
Titik 7	00°52'47.1"S 100°23'39.4"E	3,02	31	1198,4	1006

Titik Sampling	Titik Koordinat	Pemantauan PM ₁₀ Pada Tahun 2025			
		Indikator PM ₁₀ (µg/m ³)	Kondisi Lapangan		
			T (°C)	Laju Alir	P (Hpa)
Titik 8	0°52'37"S 100°23'13"E	4,28	31	1198,4	1006,1
Titik 9	0°57'28.5"S 100°27'41.2"E	3,02	37,5	1198,7	998,5
Titik 10	0°55'56.1"S 100°21'02.7"E	2,69	36	1198,7	1011,8
Baku Mutu		75	-	-	-

Keterangan

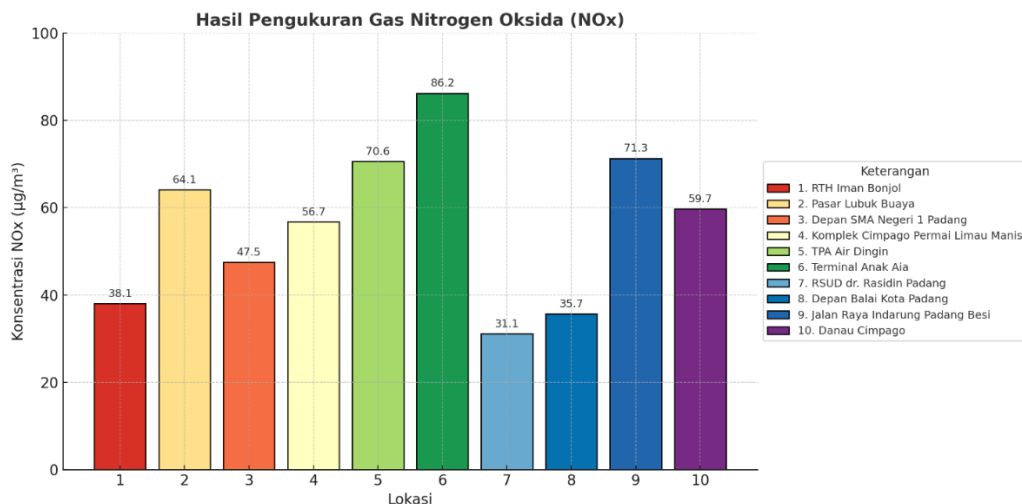
Titik 1: RTH Imam Bonjol Padang; Titik 2: Pasar Lubuk Buaya; Titik 3: Depan SMA Negeri 1 Padang; Titik 4: Komplek Cimpago Permai Limau Manis; Titik 5: TPA Air Dingin; Titik 6: Terminal Anak Aia; Titik 7: RSUD dr. Rasidin Padang; Titik 8: Depan Balai Kota Padang Air Pacah; Titik 9: Jalan Raya Indarung Padang Besi; Titik 10: Danau Cimpago.

Kondisi konsentrasi polutan gas SO₂, NO_x, CO, dan PM₁₀ pada saat pengambilan sampel mencerminkan tingkat atau kondisi aktual polutan dan partikulat di udara ambien Kota Padang. Hasil pengukuran konsentrasi masing-masing parameter di 10 titik lokasi penelitian disajikan pada grafik berikut, yang menggambarkan variasi spasial kandungan SO₂, NO_x, CO, dan PM₁₀ di area studi.



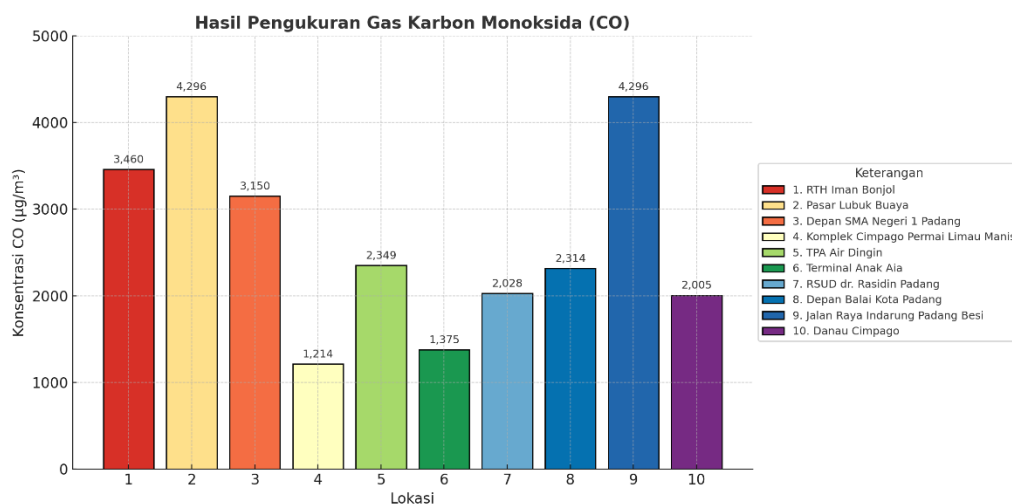
Gambar 1. Grafik Hasil Pengukuran Gas Sulfur Dioksida (SO₂)

Berdasarkan interpretasi data pada [Gambar 1](#), konsentrasi gas SO₂ pada kegiatan sampling menunjukkan distribusi yang bervariasi, dengan rentang nilai 32,2–102 µg/m³. Konsentrasi tertinggi terdeteksi di Ruang Terbuka Hijau (RTH) Imam Bonjol, sedangkan nilai terendah tercatat di kawasan Komplek Cimpago Permai Limau Manis.



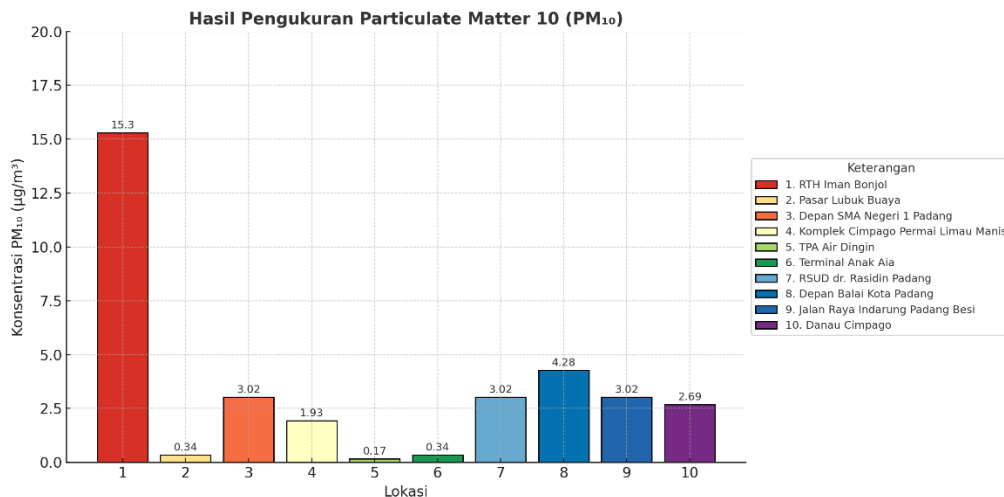
Gambar 2. Grafik Hasil Pengukuran Gas Nitrogen Oksida (NOx)

Berdasarkan interpretasi data pada [Gambar 2](#), konsentrasi gas NO_x pada kegiatan sampling menunjukkan variabilitas spasial dengan rentang 31,1–86,2 µg/m³. Konsentrasi tertinggi tercatat pada titik pengukuran 6, yaitu Terminal Anak Aia, sedangkan konsentrasi terendah terdeteksi pada titik pengukuran 7 di kawasan Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) dr. Rasidin Padang.



Gambar 3. Grafik Hasil Pengukuran Gas Karbon Monoksida (CO)

Berdasarkan interpretasi data pada [Gambar 3](#), konsentrasi gas CO pada kegiatan sampling menunjukkan heterogenitas yang signifikan, dengan rentang 1.214–4.296 µg/m³. Konsentrasi tertinggi terdeteksi di Jalan Raya Indarung Padang Besi, sedangkan konsentrasi terendah tercatat di kawasan Komplek Cimpago Permai Limau Manis.



Gambar 4. Grafik Hasil Pengukuran Particulate Matter 10 (PM₁₀)

Berdasarkan interpretasi data pada [Gambar 4](#), konsentrasi PM₁₀ pada kegiatan sampling menunjukkan distribusi yang bervariasi, dengan rentang 0,17–15,3 µg/m³. Konsentrasi tertinggi terdeteksi di Ruang Terbuka Hijau (RTH) Imam Bonjol, sedangkan konsentrasi terendah tercatat di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Air Dingin Padang.

Berdasarkan analisis data dari sepuluh titik pengambilan sampel di Kota Padang, kualitas udara ambien terbukti sangat dipengaruhi oleh jenis dan intensitas aktivitas di sekitar lokasi. Titik seperti RTH Imam Bonjol dan Jalan Raya Indarung Padang Besi menunjukkan konsentrasi polutan yang relatif tinggi, terutama karena lokasinya yang strategis dan tingkat lalu lintas yang padat. Sebaliknya, kawasan seperti Komplek Cimpago Permai Limau Manis dan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Air Dingin memiliki kualitas udara lebih baik, kemungkinan akibat jaraknya yang relatif jauh dari pusat aktivitas perkotaan maupun kawasan industri. Terminal Anak Aia juga tercatat memiliki lonjakan konsentrasi gas NO_x yang signifikan, mengindikasikan adanya peningkatan aktivitas kendaraan atau transportasi publik di area tersebut. Temuan ini menegaskan bahwa kedekatan dengan sumber emisi utama, seperti kendaraan bermotor dan aktivitas industri, merupakan faktor dominan yang memengaruhi kualitas udara di suatu wilayah.

Hasil pengukuran yang ditampilkan pada [Gambar 1](#) hingga [Gambar 4](#) memperkuat temuan ini, di mana lokasi-lokasi dengan aktivitas masyarakat padat dan mobilitas kendaraan tinggi, seperti RTH Imam Bonjol (Titik 1), Jalan Raya Indarung Padang Besi (Titik 9), dan Terminal Anak Aia (Titik 6), cenderung mencatat nilai konsentrasi tertinggi untuk parameter utama pencemar udara, yaitu SO₂, NO_x, CO, dan PM₁₀. Sebagai contoh, [Gambar 6](#) menunjukkan konsentrasi SO₂ tertinggi sebesar 102 µg/m³ di RTH Imam Bonjol. Meskipun nilai ini masih berada di bawah baku mutu udara ambien yang ditetapkan dalam PP No. 22 Tahun 2021 (150 µg/m³) [14], hasil ini mengindikasikan adanya paparan signifikan dari aktivitas transportasi dan pembakaran bahan bakar fosil di kawasan tersebut.

[Gambar 2](#) menunjukkan konsentrasi nitrogen oksida (NO_x) tertinggi sebesar 86,2 µg/m³ di Terminal Anak Aia, kawasan yang berfungsi sebagai pusat pergerakan kendaraan umum. Menurut WHO, paparan NO_x pada konsentrasi tinggi berpotensi menimbulkan gangguan pernapasan kronis maupun akut, khususnya pada kelompok rentan. Selanjutnya, [Gambar 3](#) mencatat konsentrasi CO tertinggi sebesar 4.296 µg/m³ di Pasar Lubuk Buaya dan Jalan Raya Indarung, dua lokasi dengan kepadatan kendaraan pribadi dan umum yang tinggi, yang mencerminkan adanya pembakaran bahan bakar fosil yang tidak sempurna.

Meskipun nilai CO tersebut masih berada di bawah baku mutu udara ambien (10.000 µg/m³), temuan ini mengindikasikan bahwa kualitas udara sangat dipengaruhi oleh intensitas

lalu lintas harian. Sementara itu, [Gambar 4](#) memperlihatkan konsentrasi PM_{10} tertinggi di RTH Imam Bonjol dengan nilai $15,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, masih jauh di bawah ambang batas ($75 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Namun, WHO menegaskan bahwa tidak ada ambang batas yang sepenuhnya aman untuk partikulat halus, karena paparan bersifat kumulatif dan berdampak jangka panjang terhadap sistem pernapasan manusia.

Secara keseluruhan, keempat parameter yang diukur menunjukkan pola bahwa kawasan dengan aktivitas masyarakat tinggi, seperti pusat perbelanjaan, terminal, dan ruas jalan utama, memiliki kualitas udara yang paling terpengaruh oleh emisi kendaraan bermotor. Temuan ini sejalan dengan pernyataan WHO bahwa transportasi darat merupakan kontributor utama polusi udara di kawasan perkotaan, dan diperkuat oleh ketentuan baku mutu dalam PP No. 22 Tahun 2021 yang menjadi acuan nasional pengendalian pencemaran udara. Oleh karena itu, diperlukan intervensi berbasis kebijakan dan teknologi, termasuk pengurangan jumlah kendaraan bermotor pada jam sibuk, peralihan ke transportasi publik rendah emisi, serta pemantauan Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) secara digital, guna menekan konsentrasi polutan di wilayah dengan aktivitas padat dan melindungi kesehatan masyarakat secara berkelanjutan.

Pembahasan

Polusi udara merupakan salah satu masalah lingkungan utama di wilayah perkotaan, dengan dampak signifikan terhadap kesehatan dan kualitas hidup masyarakat [\[1\]](#). Kepadatan penduduk di area urban meningkatkan risiko paparan terhadap udara ambien yang tercemar, khususnya pada saat beraktivitas di luar ruang [\[15\]](#). Transportasi darat menjadi kontributor utama pencemaran udara di Indonesia, seiring lonjakan penggunaan kendaraan bermotor selama dekade terakhir [\[16\]\[17\]](#). Emisi kendaraan bermotor, terutama dari pembakaran bahan bakar fosil, menjadi faktor dominan penurunan kualitas udara perkotaan.

Selama lima dekade terakhir, sejumlah studi empiris telah menunjukkan hubungan kausal antara konsentrasi polutan udara seperti PM, CO, SO_2 dan NO_x dengan berbagai penyakit kronis. Dampaknya meliputi gangguan respirasi, penyakit kardiovaskular, hipertensi, hingga kanker paru-paru, yang secara kumulatif meningkatkan angka kematian [\[18\]\[19\]](#). WHO menegaskan bahwa bahkan paparan di bawah baku mutu nasional dapat tetap menimbulkan risiko kesehatan jangka panjang, terutama bagi kelompok rentan.

Perbandingan dengan Kota Lain di Indonesia

Secara nasional, kualitas udara Kota Padang relatif lebih baik dibandingkan kota-kota metropolitan lain. Jakarta menunjukkan fluktuasi konsentrasi SO_2 , NO_x , CO, dan PM_{10} yang tinggi akibat industrialisasi dan kepadatan lalu lintas. Surabaya memiliki tingkat polusi yang signifikan karena aktivitas petrokimia dan pelabuhan intensif, sementara Bandung meski lebih baik dari Jakarta tetap mengalami akumulasi polutan karena topografi cekungan yang menghambat dispersi. Medan menunjukkan nilai parameter tinggi akibat aktivitas industri kelapa sawit dan kabut asap kebakaran hutan, sedangkan Semarang mencatat konsentrasi PM_{10} sekitar $87 \mu\text{g}/\text{m}^3$, jauh di atas nilai di Padang [\[20\]–\[24\]](#).

Analisis Spasial dan Statistik

Analisis ANOVA satu arah mengonfirmasi adanya variasi spasial signifikan pada keempat parameter polutan ($p < 0,05$), dengan urutan tingkat signifikansi:

1. PM_{10} ($F = 15,23$) – Konsentrasi tertinggi di RTH Imam Bonjol ($15,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sebagai *hotspot* yang mencerminkan kombinasi lalu lintas padat dan kegiatan komersial.
2. CO ($F = 12,45$) – Nilai tertinggi di Pasar Lubuk Buaya dan Jl. Raya Indarung ($4.296 \mu\text{g}/\text{m}^3$), lokasi dengan volume kendaraan tinggi dan potensi pembakaran tidak sempurna.

3. SO_2 ($F = 8,94$) – Puncak konsentrasi di RTH Imam Bonjol ($102 \mu\text{g}/\text{m}^3$) dan TPA Air Dingin, dipengaruhi oleh aktivitas transportasi dan pembakaran terbuka.
4. NO_x ($F = 6,71$) – Nilai tertinggi di Terminal Anak Aia ($86,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$), mengindikasikan pengaruh dominan dari kendaraan umum dan bus antarkota.

Pemetaan spasial menunjukkan bahwa zona dengan aktivitas masyarakat tinggi—seperti pusat komersial, terminal, dan ruas jalan utama—cenderung memiliki konsentrasi polutan lebih tinggi dibandingkan area permukiman atau ruang terbuka hijau yang terisolasi dari lalu lintas padat.

Implikasi Kesehatan dan Kebijakan

Meskipun seluruh parameter masih di bawah baku mutu PP No. 22 Tahun 2021 (SO_2 : $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, NO_x : $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$, CO: $10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$, PM_{10} : $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$), hasil ini tidak boleh diartikan sebagai aman sepenuhnya. WHO menekankan bahwa partikulat halus seperti PM_{10} memiliki efek kumulatif yang dapat memperburuk kesehatan respirasi meskipun berada jauh di bawah ambang batas. Tren peningkatan polutan di RTH Imam Bonjol, Jalan Raya Indarung, dan Terminal Anak Aia menunjukkan perlunya intervensi preventif, khususnya di lokasi strategis dengan mobilitas tinggi.

Analisis *cluster* mengidentifikasi pola pencemaran homogen pada lokasi-lokasi dengan karakteristik aktivitas serupa, seperti pusat perdagangan, terminal, dan koridor lalu lintas utama. Temuan ini membuka peluang untuk penerapan kebijakan pengendalian berbasis zona, seperti pembatasan kendaraan bermotor pada jam sibuk, peralihan ke transportasi publik rendah emisi, penghijauan di koridor lalu lintas padat, dan pemantauan ISPU secara digital.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa kualitas udara ambien di Kota Padang, berdasarkan pengukuran di 10 titik sampel, berada pada kategori ISPU “Baik” dan memenuhi baku mutu nasional (PP No. 22 Tahun 2021) untuk seluruh parameter pencemar utama, yaitu SO_2 ($32,2\text{--}102 \mu\text{g}/\text{m}^3$), NO_x ($31,1\text{--}86,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$), CO ($1.214\text{--}4.296 \mu\text{g}/\text{m}^3$), dan PM_{10} ($0,17\text{--}15,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Meskipun demikian, terdapat heterogenitas spasial yang signifikan, di mana konsentrasi tertinggi teridentifikasi di RTH Imam Bonjol, Terminal Anak Aia, dan Jalan Raya Indarung—lokasi yang ditandai oleh tingginya mobilitas, aktivitas ekonomi, dan volume lalu lintas. Analisis lebih lanjut mengungkap bahwa 73,4% variasi konsentrasi polutan dipengaruhi oleh kombinasi pembangunan infrastruktur yang memicu *hotspot* pencemaran, pertumbuhan penduduk yang meningkatkan intensitas aktivitas masyarakat, serta peningkatan volume lalu lintas yang berkorelasi kuat ($r > 0,7$) dengan konsentrasi seluruh parameter. Fenomena urban heat island dan efek street canyon di pusat kota turut memperparah akumulasi polutan. Temuan ini menegaskan bahwa meskipun kualitas udara saat ini masih tergolong baik, potensi peningkatan polusi di masa depan cukup tinggi pada kawasan strategis dengan mobilitas tinggi, sehingga diperlukan intervensi kebijakan berbasis zonasi, pengendalian emisi kendaraan, dan strategi mitigasi perkotaan untuk menjaga kualitas udara dan melindungi kesehatan masyarakat secara berkelanjutan.

Saran

Upaya pengendalian polusi udara di Kota Padang memerlukan strategi terpadu yang mencakup penguatan sistem pemantauan kualitas udara, pengendalian emisi kendaraan bermotor, pengembangan transportasi berkelanjutan, peningkatan edukasi publik, dan kerja sama lintas sektor. Pemerintah Kota Padang perlu membangun jaringan pemantauan kualitas

udara yang komprehensif, teratur, dan berkelanjutan untuk mengukur konsentrasi SO_2 , NO_x , CO , PM_{10} , serta parameter lainnya secara *real-time*, khususnya di titik rawan kemacetan, sehingga memungkinkan identifikasi *hotspot* polusi dan intervensi yang lebih terarah. Mengingat transportasi bermotor merupakan kontributor utama emisi di wilayah perkotaan, penerapan standar emisi yang lebih ketat, uji emisi berkala, insentif bagi kendaraan rendah emisi, serta pembatasan usia kendaraan perlu diimplementasikan secara konsisten. Investasi pada transportasi publik yang efisien, manajemen lalu lintas cerdas, dan infrastruktur untuk berjalan kaki dan bersepeda akan mendorong pengurangan penggunaan kendaraan pribadi. Edukasi masyarakat tentang bahaya polusi udara dan tindakan pencegahan harus dilakukan secara berkelanjutan, didukung oleh akses publik terhadap data kualitas udara secara transparan untuk meningkatkan kesadaran dan partisipasi aktif warga. Peningkatan ruang terbuka hijau juga perlu diprioritaskan karena berperan penting dalam menyerap polutan dan memperbaiki kualitas udara. Seluruh upaya ini memerlukan koordinasi lintas sektor antara pemerintah, lembaga kesehatan, institusi pendidikan, dan masyarakat, sehingga pengendalian polusi udara dapat dilakukan secara efektif, berkelanjutan, dan berdampak langsung pada peningkatan kualitas hidup warga Kota Padang.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] L. Naizabayeva, D. Zaitov, and N. Seilova, "Integrating Smart Traffic Systems with Real-Time Air Quality Monitoring to Minimize Emissions and Improve Urban Health," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 251, pp. 603–608, 2024, doi: 10.1016/j.procs.2024.11.156.
- [2] D. Sinta, E. G. P. Wahyudi, and U. Kamal, "Pengaturan Hukum Lingkungan Terhadap Eksploitasi Sumber Daya Alam di Lingkungan Hutan Tropis Indonesia," *J. Ilm. Wahana Pendidik.*, vol. 10, no. 24.4, pp. 170–183, 2024.
- [3] C. F. Z. – Zam and R. E. Handriyono, "Pemetaan Beban Emisi CO Dari Kegiatan Transportasi Darat Di Kawasan Sidoarjo Utara," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap. VIII*, pp. 353–360, 2020.
- [4] S. S. Sinharoy, T. Clasen, and R. Martorell, "Air pollution and stunting: a missing link?," *Lancet Glob. Heal.*, vol. 8, no. 4, pp. e472–e475, 2020, doi: 10.1016/S2214-109X(20)30063-2.
- [5] M. Murdi, R. Rosdiana, and M. Assiddiq, "Analisis Kualitas Udara Karbon Monoksida Akibat Tingkat Kepadatan Kendaraan Lalu Lintas," vol. 4, no. 1, pp. 19–24, 2024.
- [6] E. Nur, B. A. Seno, and R. Hidayanti, "Risiko Gangguan Kesehatan Masyarakat Akibat Paparan PM_{10} di Kota Padang," *J. Kesehat. Lingkung. Indones.*, vol. 20, no. 2, pp. 97–103, 2021, doi: 10.14710/jkli.20.2.97-103.
- [7] C. Augustine, "Impact of air pollution on the environment in Port Harcourt, Nigeria," *J. Environ. Sci. Water Resour.*, vol. 1, no. 3, pp. 46–51, 2012, [Online]. Available: <http://www.wudpeckerresearchjournals.org/JESWR>
- [8] R. Dontikurti, S. R. R. Y. M. Gowda, and P. S. Rao, "Reduction of Pollution on Engine Exhaust System using Sedimentary Rock," *Test Eng. Manag.*, vol. 83, no. March-April, pp. 17213–17219, 2020.
- [9] Geneva: World Health Organization, *WHO global air quality guidelines*. 2021.
- [10] G. W. H. Organization, "Air Quality , Energy and Health Science and Policy Summaries," 2025.
- [11] R. Indonesia, "Daftar Usaha Dan/Atau Kegiatan Yang Wajib Memiliki Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup, Upaya Pengelolaan Lingkungan Hidup Dan Upaya Pemantauan Lingkungan Hidup Atau Surat Pernyataan Kesanggupan Pengelolaan Dan Pemantauan Lingkungan Hidup," *Minist. Environ. For. Repub. Indones.*, pp. 1–319, 2021.

- [12] M. M. Ali, T. Hariyati, M. Y. Pratiwi, and S. Afifah, "Metodologi Penelitian Kuantitatif dan Penerapannya dalam Penelitian," *Educ. Journal.2022*, vol. 2, no. 2, pp. 1–6, 2022, [Online]. Available: <https://ojs.stai-ibnurusyd.ac.id/index.php/jpib/article/view/86>
- [13] B. Rahadi, E. Kurniati, and A. T. Ima, "Analisis Sebaran Polutan SO₂, NO_x dan PM₁₀ dari Sumber Bergerak pada Jalan Arteri Kota Malang," *Sumberd. Alam dan Lingkung.*, vol. 6, no. 3, pp. 40–51, 2020, [Online]. Available: <https://jsal.ub.ac.id/index.php/jsal/article/view/323/314>
- [14] R. Indonesia, "Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup," *Sekr. Negara Republik Indones.*, Art. no. 22, 2021, [Online]. Available: <http://www.jdih.setjen.kemendagri.go.id/>
- [15] M. Brauer *et al.*, "Global burden and strength of evidence for 88 risk factors in 204 countries and 811 subnational locations, 1990–2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021," *Lancet*, vol. 403, no. 10440, pp. 2162–2203, 2024, doi: 10.1016/S0140-6736(24)00933-4.
- [16] D. Jain, S. Bhatnagar, and K. Sachdeva, "Impact of degrading air quality on mode choice and emissions – Study of ten global cities," *World Dev. Sustain.*, vol. 1, no. February, p. 100002, 2022, doi: 10.1016/j.wds.2022.100002.
- [17] S. Chesnokova, "Transport in Indonesia: Recent Development Trends," *East. Anal.*, no. 3, pp. 179–189, 2020, doi: 10.31696/2227-5568-2020-03-179-189.
- [18] A. Atamaleki *et al.*, "Estimation of air pollutants emission (PM₁₀, CO, SO₂ and NO_x) during development of the industry using AUSTAL 2000 model: A new method for sustainable development," *MethodsX*, vol. 6, pp. 1581–1590, 2019, doi: 10.1016/j.mex.2019.06.010.
- [19] D. Debelu, D. A. Mengistu, A. Aschalew, B. Mengistie, and W. Deriba, "Global Public Health Implications of Traffic Related Air Pollution: Systematic Review," *Environ. Health Insights*, vol. 18, no. 1, pp. 1–10, 2024, doi: 10.1177/11786302241272403.
- [20] E. Banjarnahor, R. Belferik, W. Cendana, and Y. A. S. Abraham, "Analisis Implementasi Support Vector Machine dan Random Forest untuk Prediksi Kategori Indeks Kualitas Udara Jakarta," vol. 10, no. 1, pp. 175–184, 2025, doi: 10.24252/instek.v10i1.56477.
- [21] T. V. Damayanti and R. E. Handriyono, "Monitoring Kualitas Udara Ambien Melalui Stasiun Pemantau Kualitas Udara Wonorejo, Kebonsari Dan Tandes Kota Surabaya," *Environ. Eng. J. ITATS*, vol. 2, no. 1, pp. 11–18, 2022, doi: 10.31284/j.envitats.2022.v2i1.2897.
- [22] I. Wellid *et al.*, "Evaluasi Polusi Udara PM_{2.5} dan PM₁₀ di Kota Bandung serta Kaitannya dengan Infeksi Saluran Pernafasan Akut," *J. Kesehat. Lingkung. Indones.*, vol. 23, no. 2, pp. 128–136, 2024, doi: 10.14710/jkli.23.2.128-136.
- [23] M. A. Ikhsan and Samsudin, "Sistem Informasi Iklim dan Kualitas Udara pada Laboratorium Kalibrasi BMKG Berbasis Website," vol. 4, no. 2, pp. 183–192, 2024, doi: 10.54259/satesi.v4i2.3299.
- [24] R. Virgia, W. Arisandi, and N. Aziza, "Analisa Kadar Debu Tsp Di Udara Ambien Terhadap Keluhan Kesehatan Saluran Pernapasan Pada Warga Di Kawasan Jl. Yos Sudarso Km 07. Panjang Bandar Lampung," vol. 3, no. 1, pp. 1–11, 2022, doi: <https://doi.org/10.57084/jikmi.v3i1.1768>.

Halaman ini sengaja di kosongkan