

Status Mutu Kualitas Udara Ambien Pada Beberapa Kota Besar di Papua Menggunakan ArcGIS

INDAH D. SETYOWATI^{1,2*}, AULDRY F. WALUKOW², BASA T. RUMAHORBO^{2,3},
JOHNSON SIALLAGAN^{2,4}, NOVITA MEDYATI^{2,5}

¹Dinas Kehutanan dan Lingkungan Hidup (DKLH) Provinsi Papua

²Program Studi Magister Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan, Universitas Cenderawasih, Jayapura, Indonesia

³Program Studi Ilmu Kelautan dan Perikanan, Fakultas MIPA, Universitas Cenderawasih, Jayapura, Indonesia

⁴Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Cenderawasih, Jayapura, Indonesia

⁵Fakultas Kesehatan Masyarakat, Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat, Universitas Cenderawasih, Jayapura, Indonesia

Diterima: 08 Januari 2023 – Disetujui: 16 Maret 2023

© 2023 Jurusan Biologi FMIPA Universitas Cenderawasih

ABSTRACT

The increase in population in recent years has affected the utilization of facilities and infrastructure, including the use of vehicles. For the past 10 years, the population in Papua has increased by around 4.13% per year, resulting in the need for daily mobility to increase. The high mobility demand in Papua could affect the increase in pollution, thus affecting the air quality. Exposure to pollutants in ambient air and environmental noise in the long term will have an impact on human health. Therefore, in this study, we analyze the current conditions of air pollution parameters in several major cities in Papua, such as Jayapura, Merauke, Sentani, and Timika. The method used is a survey. Environmental parameters measured were air content of SO₂, NO₃, PM 10, PM 2.5, HC, O₃, CO, dust, Pb, noise, and The Air Pollutant Standard Index (ISPU) value. Observational data obtained were analyzed and displayed using the ArcGIS program. The parameters for determining the location of sampling points are densely packed highway areas, industrial areas, residential areas, and offices. The results of the study indicated that the ambient air quality in all study sites is below the required quality standard. While the results of environmental noise that exceed the highest quality standards located in specific area on each study site are as follows, Merauke at PLTD Merauke I PT. PLN Persero with 81.24 dB(A), Sentani at Sentani City Square Roads with 70.2 dB (A), Mimika at Perumahan Pemda SP-2 with 65.30 dB(A), and Sentani at Kantor Bupati Jayapura with 64, 54 dB (A). However, the ISPU value for pollutant substances is still in the range of 0-50, which means that the air quality category is very good to carry any outdoor activities, and does not have any negative impact on humans, animals, or plants.

Key words: air quality; noise; ISPU; Papua.

PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk berpengaruh terhadap kebutuhan manusia di dunia (Gavinet, 2020). Kebutuhan hidup yang semakin meningkat

seiring dengan gaya hidup, dibutuhkan sarana untuk aktivitas mobilitas manusia (Vasconcellos, 2017). Perkembangan teknologi yang cepat berpengaruh terhadap peralihan alat transportasi dari konvensional ke kendaraan bermotor, dan bahkan saat ini akan beralih pada kendaraan elektrik (Donati *et al.*, 2015).

Merujuk data BPS (2022) jumlah penduduk Provinsi Papua tercatat 4,3 juta jiwa atau meningkat 1,47 juta jiwa jika dibandingkan dengan jumlah penduduk di tahun 2010 (2,8 juta

* Alamat korespondensi:

Dinas Kehutanan dan Lingkungan Hidup (DKLH)
Provinsi Papua. Jl. Tanjung Ria Base G, Tanjung Ria,
Jayapura Utara, Papua. 99771.
E-mail: i2nsetyowati@gmail.com

jiwa). Dengan demikian, Laju Pertumbuhan Penduduk (LPP) Provinsi Papua Tahun 2020 mencapai 4,13 persen per tahun. Dampak pertumbuhan penduduk di Papua berpengaruh terhadap peningkatan kebutuhan penyediaan sarana prasarana seperti permukiman dan penyediaan moda transportasi untuk mobilitasi penduduk. Begitupun perkembangan pesat kendaraan bermotor di Papua (jenis mobil penumpang, bus, truk, mobil barang dan sepeda motor) dari data tahun 2010 sebesar 260.241 unit menjadi 476.556 unit pada tahun 2021 atau sebesar 0,05 persen pertahun memberi sumbangan besar terhadap polusi udara yang berasal dari kendaraan bermotor.

Beberapa Kota/kabupaten di Papua yang dianggap representatif mewakili kota-kota lain di Provinsi Papua dan memiliki tingkat perkembangan yang cukup pesat dalam berbagai bidang dan sektor yang dapat berdampak terhadap kondisi udara ambien adalah Kota Jayapura, Kabupaten Merauke, Kabupaten Jayapura dan Kabupaten Mimika. Menurut Amalia (2017) dan Abidin & Artauli (2019), salah satu penghasil pencemar dari dampak pembangunan adalah penurunan kualitas udara. Menurut Parker (1981) dan Kurniawati (2017), kualitas udara yang tidak baik disebabkan oleh beban pencemar yang masuk atmosfer melebihi kemampuan dispersi dan netralisasi alamiahnya.

Pengukuran udara ambien merupakan salah satu metode pemantauan dan pengendalian kualitas udara yang memiliki arti penting untuk mengetahui kualitas udara sebagai kebutuhan bagi semua makhluk hidup dan sebagai informasi bagi masyarakat tentang kualitas udara yang ada di lingkungan (Assomadi, 2016; Bunda, 2019). Informasi yang dipakai untuk mengindikasikan kondisi kualitas udara ambien salah satunya adalah Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) (DAmara *et al.*, 2015; Sulistyono *et al.*, 2018). Untuk memetakan persebaran pencemar udara dari sistem monitoring diperlukan satu software/alat

pembuat peta dengan data lengkap dari seluruh dunia yaitu GIS. *ArcGIS* sebagai salah satu *software* dari GIS memiliki *ArcGIS online* data katalog yang berisi ribuan data-data spasial dari seluruh dunia (Permatasari, 2014; Geosriwijaya.com., 2016) mulai dari data cuaca, kehutanan, kelautan dan iklim akan membuat data yang akan digunakan menjadi lebih rinci dan lengkap.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kondisi eksisting udara ambien di 4 (empat) kabupaten/kota di provinsi Papua. Data yang diperoleh diharapkan dapat memberikan estimasi data yang baik dan peta persebaran pencemar, memperhitungkan status beban pencemar dan akumulasinya. Lebih lanjut, dengan mengkombinasikan baku mutu kualitas udara, maka dapat digunakan sebagai bahan evaluasi kinerja dan kesesuaian pola pemantauan kualitas udara di Provinsi Papua.

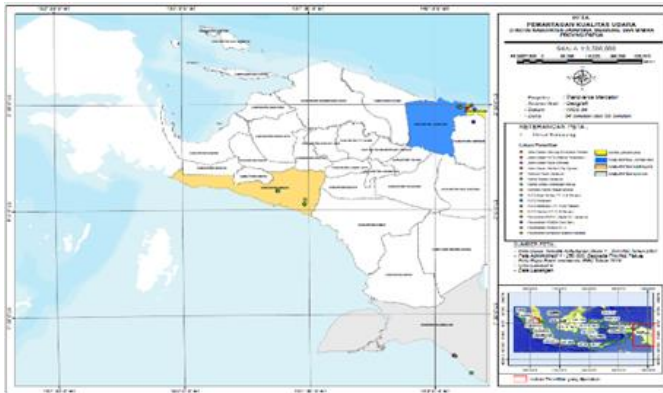
METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di 4 (empat) kabupaten/kota yaitu Kota Jayapura, Kabupaten Merauke, Kabupaten Jayapura dan Kabupaten Mimika (Gambar 1). Pengambilan data lapangan dilakukan pada bulan Maret 2023. Lokasi penelitian dipilih untuk mewakili beberapa kriteria, yakni: daerah padat transportasi yang meliputi jalan dengan lalu lintas padat, daerah atau kawasan industri, pemukiman padat penduduk, dan kawasan perkantoran yang tidak terpengaruh langsung transportasi (Tabel 1). Pengambilan sampel di lapangan dilaksanakan selama 1 (satu) bulan yaitu pada bulan Maret 2022.

Pengukuran Parameter Meteorologi dan Pencemar

Pengambilan sampel dilakukan dengan metode observasi untuk pengukuran parameter



Gambar 1. Lokasi penelitian.

lapangan dan metode eksperimen untuk pengukuran parameter di laboratorium dengan tahapan sebagai berikut: 1). Mengukur suhu udara, kelembaban udara, arah angin dan kecepatan angin, *Particulate Matter* (PM) 10 dan *Particulate Matter* (PM) 2.5 selama 24 jam menggunakan alat *portable multiparameter*, 2). Mengukur CO selama 24 jam menggunakan *portable CO meter*, 3). Mengukur *Total Suspended Partikel* (TSP)/ debu dan Pb selama 24 jam menggunakan alat *High Volume Air Sampler* (HVAS), 4). Mengukur SO₂, NO₂, O₃, HC selama 24 jam menggunakan alat *Air Sampler Impinger*, 5).

Mengukur tingkat kebisingan dengan alat *Sound Level Meter*. Komponen parameter data meteorologi di input dalam *form* data lapangan sedangkan data SO₂, NO₂, O₃, HC, Pb, PM_{2.5}, PM 10, TSP dianalisis di laboratorium.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah *mixed method*, yang merupakan gabungan dari penelitian kualitatif dan kuantitatif. Data primer dan data sekunder yang diperoleh dirancang untuk mendeskripsikan kondisi fisik, kimia, sosial dan ekonomi sebagai kondisi lingkungan. Data Primer diperoleh dan dikumpulkan dari observasi atau pengamatan langsung di lapangan, eksperimen dilaboratorium dan pengumpulan quisioner, diskusi dengan pakar dan *stakeholder*. Data sekunder diperoleh dari studi literatur dari berbagai sumber seperti buku, hasil penelitian, jurnal dan dokumen terkait.

Membandingkan Hasil Konsentrasi Analisa Parameter Udara Ambien dengan Baku Mutu

Analisa laboratorium untuk parameter SO₂, NO₂, O₃, HC, Pb, PM_{2.5}, PM 10, TSP dibandingkan dengan baku mutu kualitas udara ambien pada PP Nomor 22 tahun 2021.

Tabel 1. Lokasi Penelitian pada beberapa kota/kabupaten di Papua.

Kabupaten	Lokasi Pemantauan	Koordinat
1. Kota Jayapura	1.1. Jalan Depan PLTD Waena Perumnas II	LS= 02° 35' 19,07"; BT= 140° 38' 30,90"
	1.2. Kampus Yapis Jayapura	LS= 02° 31' 46,62"; BT= 140° 43' 03,17"
	1.3. PLTD Holtekam	LS= 02° 36' 56,7"; BT= 140° 47' 20,3"
	1.4. Perumahan ASPOL Deplat Kiri Jayapura	LS= 02° 31' 08,20"; BT = 140° 44' 03,20"
2. Kabupaten Merauke	2.1. Jalan Depan Ruko Sentosa	LS= 08° 29' 34,05"; BT= 140° 23' 34,43"
	2.2. Kantor Dinas Lingkungan Hidup	LS= 08° 53' 67,78"; BT= 140° 43' 31,11"
	2.3. PLTD Merauke I, PT. PLN Persero	LS= 08° 28' 43,3"; BT= 140° 22' 25,3"
	2.4. Perumahan kompleks Stadion Katalpal	LS= 08° 30' 12,48"; BT= 140° 24' 10,36"
3. Kabupaten Jayapura	3.1. Jalan Depan Sentani City Square	LS= 02° 33' 47,31"; BT= 140° 30' 03,96"
	3.2. Kantor Bupati Jayapura	LS= 02° 33' 05,28"; BT= 140° 28' 37,5"
	3.3. PLTD Sentani PT. PLN Persero	LS= 02° 34' 03,06"; BT= 140° 30' 40,39"
	3.4. Perumahan PEMDA Doyo Baru	LS= 02° 54' 46"; BT= 140° 46' 8"
4. Kabupaten Mimika	4.1. Jalan Depan Gedung Emeneme Yaware	LS= 04° 32' 48"; BT= 136° 52' 59,11"
	4.2. Komplek Kantor Bupati Mimika	LS= 04° 45' 59"; BT= 136° 85' 29"
	4.3. PLTD Area Timika, PT. PLN Persero	LS= 04° 33' 14,91"; BT = 136° 53' 37,73"
	4.4. Perumahan PEMDA SP-2	LS= 04° 52' 09"; BT= 136° 85' 4"

Memetakan Kualitas Udara Ambien Berdasarkan Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)

Konversi konsentrasi parameter menjadi nilai ISPU menggunakan batas Indeks Pencemar Udara. Formula untuk menghitung indeks dari setiap parameter adalah sebagai berikut:

$$I = \frac{Ia - Ib}{Xa - Xb} (Xx - Xb) + Ib$$

Di mana :

- I = ISPU terhitung
- Ia = ISPU batas atas
- Ib = ISPU batas bawah
- Xa = Konsentrasi ambien batas atas (ug/m³)
- Xb = Konsentrasi ambien batas bawah (ug/m³)
- Xx = Konsentrasi ambien nyata hasil pengukuran (ug/m³).

Untuk membandingkan konversi nilai konsentrasi parameter indeks pencemar udara dengan kategori dan penjelasan nilai ISPU berdasarkan PERMENLHK Republik Indonesia Nomor P.14 Tahun 2020.

Untuk memetakan tingkat kualitas udara

menggunakan *ArsGIS*, dilakukan melalui langkah-langkah: 1). *Software GIS*; 2). *Google Map*; 3). Penyiapan data pendukung seperti: a. Peta kabupaten (informasi awal); b. Peta citra satelit skala 1: 5000 (optional); c. Informasi letak fasilitas umum; d. Informasi guna lahan; e. Baseline 100-0-100; f. Informasi penting lainnya.

Analisis Data

Data hasil pengamatan ditampilkan dalam bentuk gambar dan tabel. Data hasil pengamatan yang dituangkan dengan peta, dianalisis dan ditampilkan dengan gambar peta.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Eksisting Udara Ambien

Data meteorologi diambil bersamaan pengambilan sampling untuk parameter SO₂, CO, NO₂, O₃, HC, PM₁₀, PM_{2.5}, TSP dan Pb. Data meteorologi meliputi kondisi udara, temperatur, kelembaban, arah angin, dan kecepatan angin

Tabel 2. Baku Mutu Udara Ambien Nasional.

No	Parameter	Waktu pengukuran	Baku mutu (ug/m ³)	Metode Analisis	Peralatan	
1.	SO ₂ (sulfur dioksida)	1 jam	150	Pararosanilin	Spektrofotometer	
		24 jam	75			
		1 tahun	45			
2.	CO (karbon monoksida)	1 jam	10.000	NDIR	NDIR	
		8 jam	4.000			
		1 tahun	50			
3.	NO ₂ (nitrogen dioksida)	1 jam	200	Saltzman	Spektrofotometer	
		24 jam	65			
		1 tahun	50			
4.	Oksidan fotokimia (Ox) sebagai ozon (O ₃)	1 jam	150	Chemiluminescent	Spektrofotometer	
		8 jam	100			
		1 tahun	35			
5.	Hidrokarbon non metana (NMHC)	3 jam	160	Flame ionization	Gas Chromatogarfi	
6.	Partikulat debu < 100 um (TSP)	24 jam	230	Gravimetric	Hi - Vol	
		Partikulat debu < 10 um (PM ₁₀)	24 jam			75
		1 tahun	40			
7.	Partikulat debu < 2,5 um (PM _{2,5})	24 jam	55	Gravimetric	Hi - Vol	
		1 tahun	15			
7.	Pb (timah hitam)	24 jam	2	Gravimetric	Hi - Vol AAS	

Ket.: ug/m³ = konsentrasi dalam microgram per meter kubik, pada kondisi atmosfer normal, yaitu tekanan (P) 1 atm dan temperature (T) 25 °C.

(Tabel 4). Suhu udara di siang hari berkisar antara 28–34,8 °C, dengan kelembaban antara 46,6–70,5. Kondisi ini merupakan gambaran umum suhu dan kelembaban sewaktu dari lokasi penelitian.

Data laboratorium yang diukur berdasarkan pengambilan sampel pada lokasi penelitian untuk parameter SO₂, CO, NO₂, O₃, HC, PM10, PM2.5,

TSP, dan Pb dilakukan setiap jam dan 24 jam, dengan menggunakan alat sampling *high volume air sampler* (HVAS), *impinger* dan peralatan *portable* (Tabel 5). Hasil analisis untuk parameter SO₂, CO, NO₂, O₃, HC, PM10, PM2.5, TSP dan Pb untuk semua lokasi pengambilan sampel masih dalam ambang batas yang ditetapkan oleh Peraturan

Tabel 3. Kategori angka rentang dan penjelasan Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU).

Kategori	Rentang	Status warna	Penjelasan	Apa yang harus dilakukan
Baik	1 - 50	Hijau	Tingkat Kualitas udara yang sangat baik tidak memberikan efek negatif terhadap manusia, hewan, tumbuhan	Sangat Baik melakukan kegiatan di luar
Sedang	51 - 100	Biru	Tingkat Kualitas udara masih dapat diterima pada kesehatan manusia, hewan dan tumbuhan	Kelompok sensitif: Kurangi aktivitas fisik yang terlalu lama atau berat. Setiap orang: Masih dapat beraktivitas di luar
Tidak sehat	101 - 200	Kuning	Tingkat Kualitas udara yang bersifat merugikan pada kesehatan manusia, hewan dan tumbuhan	Kelompok sensitif: Boleh melakukan aktivitas di luar, tetapi mengambil rehat lebih sering dan melakukan aktivitas ringan. Amati gejala berupa batuk atau nafas sesak. Penderita asma harus mengikuti petunjuk kesehatan untuk asma dan menyimpan obat asma. Penderita penyakit jantung: Gejala seperti <i>palpitasi</i> /jantung berdetak lebih cepat, sesak nafas, atau kelelahan yang tidak biasa mungkin mengindikasikan masalah serius. Setiap orang: Mengurangi aktivitas fisik yang terlalu lama di luar ruangan.
Sangat tidak sehat	201 - 300	Merah	Tingkat Kualitas udara yang dapat meningkatkan resiko Kesehatan pada sejumlah segmen populasi	Kelompok sensitif: Hindari semua aktivitas di luar. perbanyak aktivitas di dalam ruangan atau lakukan penjadwalan ulang pada waktu dengan kualitas udara yang baik. Setiap orang: Hindari aktivitas fisik yang terlalu lama di luar ruangan, pertimbangan untuk melakukan aktivitas di dalam ruangan.
Berbahaya	301 - lebih	Hitam	Tingkat kualitas udara yang dapat merugikan Kesehatan serius pada populasi dan perlu penanganan cepat	Kelompok sensitif: Tetap di dalam ruangan dan hanya melakukan sedikit aktivitas Setiap orang: Hindari semua aktivitas di luar

Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Nilai SO₂ terendah di Kabupaten Jayapura (< 8,93), sedangkan tertinggi di Kota Jayapura (21,00). Sedangkan nilai CO sangat beragam dari masing-masing titik pengamatan di setiap kabupaten/kota. Untuk NO₂, nilai tertinggi di Kabupaten Jayapura (20,83), sedangkan terendah di beberapa titik pengamatan seperti Kota Jayapura dan Kabupaten Merauke (< 5,9).

Menurut Sastrawijaya (2000), Mulyani (2012) dan Yulianti (2013), tinggi rendahnya bahan pencemar di suatu lokasi akan berpengaruh terhadap pencemaran lingkungan dan dapat menyebar ke lokasi lain. Demikian pula, jumlah kendaraan akan berpengaruh terhadap produksi gas dan bahan pencemar ke lingkungan. Pada kondisi seperti ini, Slamet (2009) mengungkapkan bahwa jenis tanaman pohon perindang di kawasan sepanjang jalan, dapat dimanfaatkan

sebagai perindang sekaligus penyerap bahan pencemar.

Tingkat Kebisingan Lingkungan

Beberapa lokasi yang melebihi ambang batas berturut-turut adalah di lokasi depan Sentani *City Square* dengan intensitas kebisingan 70,2 dB(A), PLTD Merauke I PT. PLN Persero dengan intensitas kebisingan 81,24 dB(A), perumahan Pemda SP-2 Kabupaten Mimika dengan intensitas kebisingan 65,30 dB(A) dan kompleks kantor Bupati Jayapura dengan intensitas kebisingan 64,54 dB(A) (Tabel 6).

Adanya peningkatan dan perbedaan kebisingan di lokasi masing-masing dalam atmosfer/udara ambien sebagian besar disebabkan karena kontribusi dari kebisingan mesin pembangkit listrik dan ramainya kendaraan bermotor, mengingat lokasi pengambilan sampel dengan tingkat kebisingan tinggi berada dalam wilayah mewakili kawasan industri dan beberapa

Tabel 4. Hasil pengamatan parameter meteorologi.

Kabupaten/ Kota	Lokasi Pengambilan Sampel	Hasil uji				
		Kondisi Udara	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Arah angin	Kecepatan angin (m/detik)
Kota Jayapura	1.1. Jalan Depan PLTD Waena Perunas II	Cerah	30,7	69	335	0,2-2,0
	1.2. Kampus Yapis Jayapura	Cerah	30,5	70,5	340	0,2-0,8
	1.3. PLTD Holtekam	Cerah	28,8	68,4	345	0,2-2,1
	1.4. Perumahan ASPOL Deplat	Cerah	30,4	67	331	0,2-1,0
Kab. Merauke	2.1. Jalan Depan Ruko Sentosa	Cerah	32,7	57,5	173	0,2-2,6
	2.2. Kantor Dinas Lingkungan Hidup	Cerah	32,0	59,2	194	0,2-2,7
	2.3. PLTD Merauke I, PT. PLN Persero	Cerah	32,5	62,2	76	0,1-2,9
	2.4. Perumahan Kompleks Stadion Katalpal	Cerah	33,1	60,7	190	0,4-1,8
Kab. Jayapura	3.1. Jalan Depan Sentani City Square	Cerah	34,6	47,8	354	0,2-2,8
	3.2. Kantor Bupati Jayapura	Cerah	33,6	60,7	350	0,2-2,3
	3.3. PLTD Sentani PT. PLN Persero	Cerah	34,8	46,6	260	0,4-1,5
	3.4. Perumahan Pemda Doyo Baru	Cerah	34,7	46,7	270	0,2-2,5
Kab. Mimika	4.1. Jalan Depan Gedung Eme Neme Yauware	Cerah	34,5	52,7	355	0,2-2,0
	4.2. Kompleks Kantor Bupati Mimika	Cerah	33,8	62,4	350	0,3-2,5
	4.3. PLTD Area Mimika PT. PLN Persero	Cerah	34,2	51,8	84	0,4-2,3
	4.4. Perumahan PEMDA SP-2	Cerah	33,0	54,7	354	0,2-2,3

kebisingan rata-rata disebabkan oleh lokasi pengambilan sampel yang berada ditepi jalan utama pusat kota yang banyak dilalui oleh kendaraan bermotor (seperti sepeda motor, mobil penumpang, bus dan truk serta ada beberapa kendaraan berat lainnya) serta kepadatan arus lalu lintas di masing-masing lokasi pada jam sibuk untuk bekerja (melakukan aktivitas kantor). Menurut Balirante (2020) dan Putra (2017), tingkat kebisingan sangat tergantung pada waktu

Tabel 5. Hasil analisis data udara ambien di Papua.

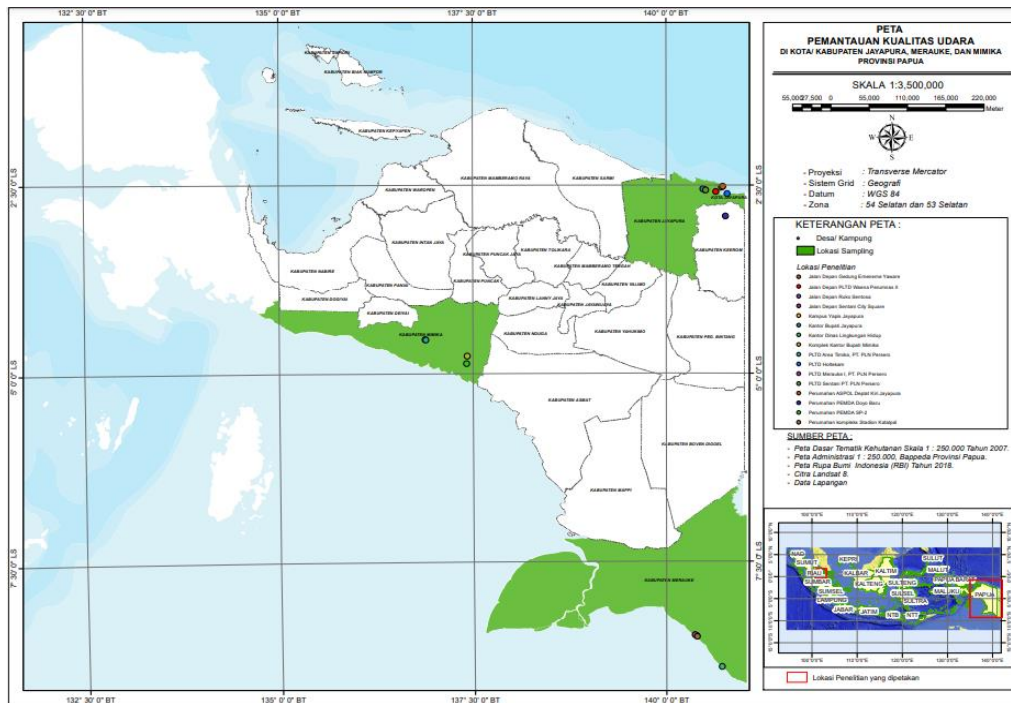
Kabupaten/ Kota	Lokasi	Nilai Sampel								
		SO ₂ (µg/m ³)	CO (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	O ₃ (µg/m ³)	HC (µg/m ³)	PM 10 (µg/m ³)	PM 2,5 (µg/m ³)	TSP (µg/m ³)	Pb (µg/m ³)
Kota Jayapura	1.1	< 8,93*	703,68	9,75	27,70	< 9,1	7,55	4,15	45,98	< 0,01*
	1.2	21,00**	916,16**	< 5,9*	9,46	< 9,1	7,43	4,13	47,4	< 0,01*
	1.3	< 8,93	< 72,43*	9,65	11,02	< 9,1	3,08*	1,44*	43,9	0,14
	1.4	< 8,93	687,12	9,65	29,67**	< 9,1	7,22	3,92	43,9	< 0,01*
Kab. Merauke	2.1	18,54	458,08	< 5,9*	< 4,21*	< 9,1	11,36	5,78	78,57	< 0,01*
	2.2	15,76	458,08	6,96	< 4,21*	< 9,1	9,05	3,89	30,47*	< 0,01*
	2.3	12,49	458,08	6,96	< 4,21*	< 9,1	6,19	2,89	30,47*	< 0,01*
	2.4	12,49	< 72,43*	6,96	< 4,21*	< 9,1	8,09	4,35	30,47*	< 0,01*
Kab. Jayapura	3.1	17,07	916,16**	20,83**	16,12	< 9,1	15,12	8,4	58,37	< 0,01*
	3.2	< 8,93*	229,04	17,22	21,54	< 9,1	11,96	8,25	95,59**	< 0,01*
	3.3	< 8,93*	916,16**	17,22	< 5,9	< 9,1	15,58**	8,48**	95,59**	< 0,01*
	3.4	< 8,93*	230,07	17,22	20,08	< 9,1	11,79	8,46	95,45	< 0,01*
Kab. Mimika	4.1	< 8,93*	916,16**	13,68	17,03	< 9,1	6,05	3,13	54,46	< 0,01*
	4.2	11,26	687,12	9,33	20,73	< 9,1	6,23	3,32	40,76	< 0,01*
	4.3	11,26	687,12	9,33	5,86	< 9,1	8,14	4,38	40,76	0,27**
	4.4	11,26	687,12	9,33	19,87	< 9,1	6,08	3,45	40,80	< 0,01*

Ket.: *nilai minimum **nilai maksimum PM= *Particulate Matter*, HC= Hidrokarbon, TSP= *Total Suspended Particulate* (Debu).

Tabel 6. Hasil analisis kebisingan.

No	Lokasi Pengambilan Sampel	Kriteria	Nilai Sampel LSM (Dba)
1.	Jalan Depan PLTD Waena Perunas II	Daerah Padat	55,78*
2.	Jalan Depan Ruko Sentosa	Transportasi	64,09
3.	Jalan Depan Sentani City Square		70,2***
4.	Jalan Depan Gedung Eme Neme Yauware		69,01*
5.	PLTD Holtekam	Daerah atau Kawasan	71,27***
6.	PLTD Merauke I, PT. PLN Persero	Industri	81,24***
7.	PLTD Sentani, PT. PLN Persero		64,72*
8.	PLTD Area Mimika PT. PLN Persero		65,05
9.	Perumahan ASPOL Deplat	Pemukiman Padat	54,67
10.	Perumahan Kompleks Stadion Katalpal	Penduduk	40,1*
11.	Perumahan Pemda Doyo Baru		64,80***
12.	Perumahan Pemda SP-2		65,30***
13.	Kampus Yapis Jayapura	Kawasan Perkantoran	52,73*
14.	Kantor Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Merauke	Yang Tidak	60,89***
15.	Kantor Bupati Jayapura	Terpengaruh Langsung	64,54***
16.	Kompleks Kantor Bupati Mimika	Transportasi	55,08

Ket.: *nilai minimum **nilai maksimum ***nilai melebihi ambang batas.



Gambar 2. ISPU pada kawasan Lokasi Penelitian di Papua.

Tabel 7. ISPU seluruh lokasi penelitian.

Lokasi	Nilai ISPU							Kategori
	PM10 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	PM 2,5 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	CO ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	O ₃ ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	HC ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	
Kota Jayapura	7,55	13,39	20,19	11,45	12,36	6,09	10,00	BAIK
Kabupaten Merauke	11,36	18,65	17,84	5,73	1,75	4,35	10,00	BAIK
Kabupaten Jayapura	15,58	27,35	16,41	11,45	8,98	13,02	10,00	BAIK
Kabupaten Mimika	8,14	14,13	10,83	11,45	8,64	8,55	10,00	BAIK

Ket.: PM= *particulate matter*, HC= hidrokarbon.

pengukuran. Selain itu, intensitas kendaraan dan kecepatan kendaraan sangat berpengaruh terhadap kebisingan di suatu lokasi.

Setiap lokasi mempunyai tingkat kebisingan yang berbeda (KEMENLH, 1996). Tingkat kebisingan yang tinggi dapat dilakukan

pengecahan pencemaran kebisingan dengan penanaman pohon. Pohon yang dipilih dapat berupa perindang dan sekaligus penahan kebisingan, sehingga setiap warga yang berada di sekitar lokasi dapat nyaman untuk beraktivitas sehari-hari.

Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai particulate matter (PM10 dan PM2,5) berkisar antara 8,14 hingga 27,35 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, SO_2 10,83–20,19 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, sedangkan CO, O_3 , NO_2 , dan HC antara 4,35 – 13,02 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (Tabel 7). Secara umum, nilai ISPU pada semua lokasi penelitian masih dalam rentang 0-50 dengan kategori baik (Gambar 2). Kategori ini merupakan tingkat kualitas udara yang sangat baik, tidak memberikan efek negatif terhadap manusia, hewan, tumbuhan. Kemudian apa yang harus dilakukan adalah sangat baik melakukan kegiatan di luar (Permen LHK No. P.14 Tahun 2020). Walaupun demikian, pengamatan terhadap kualitas udara perlu dilakukan secara berkala. Menurut Bunda (2019) dan Harrop (2002) perubahan data kualitas udara perlu diamati secara berkala sehingga dapat digunakan sebagai data dalam menentukan kualitas udara pada waktu tertentu.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kualitas udara ambien di beberapa kota besar di Papua masih berada di bawah baku mutu yang disyaratkan. Penentuan ini berdasarkan atas parameter temperatur udara, kelembaban udara, arah angin, kecepatan angin, dan zat pencemar belerang SO_2 , NO_2 , O_3 , CO, HC, PM 10, PM 2,5, debu dan Pb. Pengambilan sampel mewakili kriteria pada daerah padat transportasi di beberapa kota besar berdasarkan PP Nomor 22 Tahun 2021 tentang Baku Mutu Udara Ambien secara keseluruhan. Sementara itu, untuk kebisingan lingkungan beberapa lokasi yang berada di atas ambang batas yaitu jalan depan Sentani *City Square* dengan intensitas kebisingan 70,2 dB(A), lokasi PLTD Merauke I PT. PLN Persero dengan intensitas kebisingan 81,24 dB(A), lokasi Perumahan Pemda SP-2 dengan intensitas kebisingan 65,30 dB(A) dan pada lokasi kantor

Bupati Jayapura dengan intensitas kebisingan 64,54 dB(A).

Nilai Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) untuk zat pencemar belerang dioksida (SO_2), nitrogen dioksida (NO_2), ozon (O_3), karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), PM 10, PM 2,5, debu (TSP), masih dalam rentang 0-50 dengan kategori baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, J., dan H.F. Artauli. 2019. Pengaruh dampak pencemaran udara terhadap kesehatan untuk menambah pemahaman masyarakat awam tentang bahaya dari polusi udara. Prosiding Seminar Nasional Fisika Universitas Riau IV (SNFUR-4). Pekanbaru.
- Amalia, R.D. 2017. Strategi pengendalian pencemaran gas CO dari aktivitas transportasi di Kota Batu, Jawa Timur. [Tesis]. ITS, Surabaya.
- Assomadi, A.F. 2016. Pendekatan baru model distribusi pencemar di atmosfer perkotaan [Disertasi]. ITS Surabaya.
- Badan Pusat Statistik Propinsi Papua. 2022. Provinsi Papua Dalam Angka Tahun 2022. Badan Pusat Statistik. Jayapura.
- Balirante, M., L.I.R. Lefrandt, dan M. Kumaat. 2020. Analisa tingkat kebisingan lalu lintas di jalan raya ditinjau dari tingkat baku mutu kebisingan yang diizinkan. *Jurnal Sipil Statik*. 8(2): 249-256.
- Bunda, H. 2019. *Pengukuran kualitas udara ambien dan kebisingan di area dan sekitar area Pelabuhan Khusus Batubara PT. Adiapratama Coal Desa Serongga Kabupaten Kota Baru*. Seminar Nasional Pendidikan. Universitas Lambung Mangkurat.
- Damara, D.Y., I.W. Wardhana, dan E. Sutrisno. 2017. Analisis dampak kualitas udara karbon monoksida (CO) di sekitar Jl. Pemuda akibat kegiatan car free day menggunakan program Caline4 dan Surfer (studi kasus: Kota Semarang). *Jurnal Teknik Lingkungan*. 6(1): 1-14.
- Donati, A.V., P. Dilara, C. Thiel, A. Spadaro, D. Gkatzoflias, and Y. Drossinos. 2015. Individual mobility: From conventional to electric cars. JRC Science and Policy Report. European Commission, Joint Research Centre, Italy.
- Ganivet, E. 2020. Growth in human population and consumption both need to be addressed to reach an ecologically sustainable future. *Environment, Development and Sustainability*. 22(6): 4979-4998.

- Goesriwijaya.com. 2016 ArcGis. Diunduh pada tanggal 22 November pukul 21.00 WIT.
- Harrop, D.O. 2002. *Air quality assessment and management: A practical guide*. Spon Press. London.
- IKurniawati, I.D., U. Nurullita, Mifbakhuddin. 2017. Indikator pencemar udara berdasarkan jumlah kendaraan dan kondisi iklim (studi wilayah Terminal mangkang dan Terminal Panggaron Semarang). *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*. 12(2): 19-24.
- KEMENLH. 1996. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 48 Tahun 1996 tentang Baku Tingkat Kebisingan. Jakarta.
- Mulyani, I. 2012. Analisis akumulasi timbal pada kulit batang glodokan tiang *Polyalthalia longifolia* Bent & Hook.F. var *pendula* dan kulit batang angkana *Pterocarpus indicus* Wild di Kota Makassar. [Skripsi]. Unhas. Makassar.
- Parker. 1981. *Air pollution*. John Willey & Sons, New York.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.14 Tahun 2020 Tentang Indeks Standar Pencemaran Udara.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2021 Tentang Indeks Kualitas Lingkungan.
- Peraturan Pemerintah Republik Ind Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Permatasari, A.A.I. 2014. Analisis sebaran pencemaran udara menggunakan model *Disperse Gauss* dan pemetaan ArcGIS 10. Pascasarjana. UNS. Surakarta.
- Putra, M.S. 2017. Pengaruh Kebisingan Kereta Api Terhadap Kualitas Hidup. *Nexus Kedokteran Komunitas*. 6(1): 1-11.
- Sastrawijaya, T.. 2000. *Pencemaran lingkungan*. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta.
- Slamet, J.S. 2009. *Teknologi kesehatan lingkungan*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sulistiyono, A. Hartanto, Fathuroyan, D. Saputra, dan I.B. Arifin. 2019. Studi profil ozon permukaan (O₃) dan gas karbon monoksida (CO) antara Kota Bandung dan Bukit Kototabang Tahun 2008. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 17(2): 239-244.
- Vasconcellos, E.A. 2017. Urban transport policies in Brazil: The creation of a discriminatory mobility system. *Journal of Transport Geography*. 67. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2017.08.014.
- Yulianti, S., Y. Fitrianiingsih, D.R. Jati. 2013. Analisis konsentrasi gas karbon monoksida (CO) pada ruas jalan Gajah Mada Pontianak. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*. 2(1): 1-10.