

MONITORING UJI KUALITAS UDARA DAN TINGKAT KEBISINGAN DI SMAN 1 SEMARAPURA KABUPATEN KLUNGKUNG

I Made Satya Graha¹⁾, Ni Luh Widyasari^{2*)}

^{1,2)}Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Mahasaraswati
Denpasar

*Email: niluhwidyasari@unmas.ac.id

ABSTRACT

Air pollution occurs due to the amount of pollutants that exceed the maximum limit affecting ambient air quality. Pollutant gases are produced predominantly from uncontrolled community activities, one of which is using transportation facilities. Air quality test research has been carried out at SMAN 1 Semarapura, Klungkung Regency, in the context of observing a river safety development project. Based on the analysis, the results obtained from air quality measurements for the parameter sulfur dioxide (SO_2) $37.5 \mu g/m^3$; nitrogen dioxide (NO_2) $6.5 \mu g/m^3$; oxidant (O_3) $6.8 \mu g/m^3$; carbon monoxide (CO) $1150 \mu g/m^3$; lead (Pb) $0.002 \mu g/m^3$; total dust (TSP) $72.3 \mu g/m^3$; hydrogen sulfide (H_2S) 0.017 ppm and a noise level of 43.8 dBA. These parameter values are still below the ambient air quality standards stipulated in Peraturan Gubernur Bali No. 16 Tahun 2016. Meanwhile, the ammonia (NH_3) parameter is worth 9.5 mg/m³, which exceeds the ambient air quality standard. The high concentration of ammonia gas in the air can disrupt ecosystems and the health of the human body. Ammonia gas accumulating in the body can interfere with the respiratory system and irritate the respiratory tract. Therefore it is necessary to periodically monitor air quality to overcome the impact of air pollution.

Keywords: Air pollution, Pollutant gases, Ammonia

1. PENDAHULUAN

Pencemaran udara atau polusi memiliki dampak negatif bagi masyarakat dan keseimbangan lingkungan. Peningkatan polutan di udara dapat mempengaruhi kondisi kesehatan masyarakat dan tercemarnya ekosistem lingkungan. Pengendalian polutan cukup sulit dilakukan karena proses terbentuknya tidak berasal dari emisi gas yang ada di atmosfer, melainkan dari reaksi kompleks yang melibatkan senyawa organik. Terjadinya pencemaran udara apabila terkontaminasi zat polutan dapat membahayakan kesehatan makhluk hidup. Substansi yang tidak menjadi bagian dari komponen udara normal disebut dengan istilah polutan (Chandra, 2007). Wilayah perkotaan menjadi sumber pencemaran polusi udara utama di era globalisasi saat ini. Pertumbuhan penduduk disertai pembangunan ekonomi yang semakin meningkat harus diimbangi dengan pencegahan pencemaran udara di wilayah perkotaan (Hixson *et al.*, 2010). Jalur transportasi dan sistem lalu lintas di daerah perkotaan merupakan sumber

pencemaran udara terbesar yang sebanyak 70% diperkirakan terjadi akibat meningkatnya jumlah kendaraan bermotor (Kusmaningrum dan Gunawan, 2008). Peningkatan polutan sebagai objek pencemaran udara dihasilkan melalui proses secara alamiah maupun aktivitas manusia.

Kontribusi polutan yang mencemari udara disebabkan oleh aktivitas manusia dari sumber pencemar yang bergerak maupun tidak bergerak. Seperti contoh lingkungan kerja, area perkantoran, industri, dan penggunaan kendaraan bermotor. Transportasi darat menjadi salah satu bagian dari sistem transportasi yang berperan penting dalam membantu perkembangan ekonomi suatu kawasan. Keberadaan transportasi angkutan darat akan membuat sistem perekonomian menjadi lebih cepat berkembang. Ketersediaan angkutan darat selain memudahkan aktivitas namun memberikan dampak negatif bagi lingkungan yaitu pencemaran udara. Terjadinya peningkatan emisi polutan disebabkan jumlah kendaraan bermotor yang tidak terkendali (Lutfi, 2019). Konsentrasi penyebaran polutan di udara dapat memicu peningkatan angka kasus gangguan kesehatan pada masyarakat.

Pembangunan pengaman sungai di SMAN 1 Semarapura, Kabupaten Klungkung, Provinsi Bali sedang berada dalam tahap pra konstruksi. Dampak dari proyek pembangunan pengaman sungai ditinjau secara ekologi untuk meminimalisir terjadinya pencemaran lingkungan. Pengelolaan dan pemantauan kualitas lingkungan secara fisik dilakukan agar tidak mengganggu ekosistem lingkungan sekitar. Kualitas udara ambien dan tingkat kebisingan menjadi indikator penting yang perlu dipantau dalam tahap pra konstruksi. Udara ambien adalah udara bebas yang terdapat dibagian troposfer dan mampu mempengaruhi fisiologi makhluk hidup serta ekosistem lingkungan lainnya (Gunawan dkk., 2009). Beberapa jenis zat pencemaran udara yang bersifat polutan dan berdampak negatif bagi kesehatan diantaranya CO, NO₂, SO₂, O₃, CO₂ dan H₂S.

Berdasarkan studi kasus tersebut, maka pemantauan kualitas udara ambien dan tingkat kebisingan di lokasi proyek pembangunan pengaman sungai di SMAN 1 Semarapura sangat perlu dilakukan. Pengukuran kualitas udara ambien dan tingkat kebisingan sebagai gambaran umum tentang kondisi eksisting dari lokasi kegiatan proyek sehingga dapat dilakukan pemantauan kualitas lingkungan secara periodik agar tidak mengganggu komponen lingkungan sekitarnya.

2. METODOLOGI

Metode penelitian ini menggunakan analisis deskriptif kuantitatif melalui pengumpulan data kualitas udara ambien dan tingkat kebisingan di lokasi proyek SMAN 1 Semarapura. Standar kualitas udara ambien dan intensitas kebisingan berpedoman pada Peraturan Gubernur Bali No. 16 Tahun 2016. Adapun alat yang digunakan dalam pengukuran kualitas udara dan tingkat kebisingan adalah 1 unit

Impinger dan 1 unit *Sound Level Meter*. Pengambilan sampel udara dan pengukuran intensitas kebisingan dilakukan di area lokasi dengan kordinat 8°32'33.12"S - 115°22'42.85"E.



Gambar 1. Pengambilan Sampel Kualitas Udara Ambien dan Pengukuran Tingkat Kebisingan

Teknik pengambilan data kualitas udara ambien menggunakan metode manual melalui pengambilan sampel udara di lokasi kemudian dianalisis di laboratorium. Penggunaan alat manual aktif untuk mendapatkan data nilai harian selama 24 jam yang dilakukan perhitungan rata-rata secara aritmatika dari empat kali waktu pemantauan yaitu pagi, siang, sore, malam. Dimana masing-masing waktu diukur selama kurun waktu empat jam. Data yang diperoleh kemudian dilakukan analisis tabulasi dan dibuatkan dalam bentuk diagram grafik. Pembagian interval waktu pengukuran sebagai berikut:

- a) Pagi (pukul 06.00 – 10.00 WITA)
- b) Siang (pukul 10.00 – 14.00 WITA)
- c) Sore (pukul 14.00 – 18.00 WITA)
- d) Malam (pukul 18.00 – 22.00 WITA)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran kualitas udara ambien di sekitar lokasi proyek menunjukkan bahwa konsentrasi polutan sulfur dioksida (SO_2) memiliki nilai $37,5 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, dimana nilai ini masih berada dibawah standar baku mutu yang ditetapkan sebesar $900 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ untuk satu jam proses pengukuran. Parameter nitrogen dioksida (NO_2) bernilai $< 6,5 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ yang masih berada dalam batas baku mutu yaitu $400 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Nilai debu total (TSP) yang diperoleh dari hasil pengukuran sebesar $72,3 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dimana nilai TSP masih berada dibawah standar baku mutu yaitu $230 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Data hasil pengukuran kualitas udara ambien dapat dilihat pada Tabel 1.

Monitoring Uji Kualitas Udara Dan Tingkat Kebisingan Di SMAN 1 Semarapura
Kabupaten Klungkung

Tabel 1. Hasil uji analisis kualitas udara ambien dan intensitas kebisingan

No	Parameter	Baku Mutu*	Satuan	Hasil	Metode
1.	Sulfur Dioksida (SO ₂)**)	900	µg/Nm ³	37,5	SNI 19-7119.7-2017
2.	Nitrogen Dioksida (NO ₂)**)	400	µg/Nm ³	< 6,5	SNI 19-7119.2-2005
3.	Oksidan (O ₃)**)	235	µg/Nm ³	< 6,8	SNI 19-7119.8-2005
4.	Karbon Monoksida (CO)**)	30.000	µg/Nm ³	< 1150	NIOSH 6604:1996
5.	Timbal (Pb)**)	2	µg/Nm ³	< 0,002	SNI 19-7119.4-2017
6.	Debu Total (TSP)	230	µg/Nm ³	72,3	SNI 19-7119.3-2017
7.	Hidrogen Sulfida (H ₂ S)**)	35	µg/Nm ³	< 0,017	IKM-EI-SML-6 (Spectrophotometry)
8.	Amonia (NH ₃)**)	0,5	µg/Nm ³	< 9,5	SNI 19-7119.1-2005
9.	Intensitas Kebisingan	55	dBA	43,8	SNI 8427:2017

Keterangan :

*Peraturan Gubernur Bali No. 16 Tahun 2016

** Parameter terakreditasi oleh KAN No. LP-195-IDN

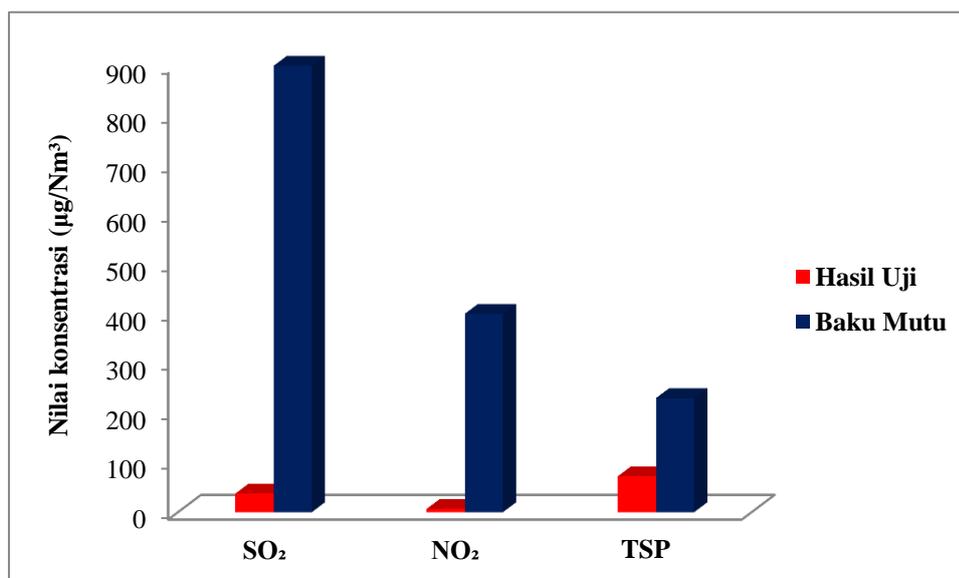
Sulfur dioksida (SO₂) merupakan zat polutan yang terbentuk dari kumpulan gas sulfur oksida (SO_x) dimana gas SO₂ mudah larut dalam air, berbau, dan tidak berwarna. Terbentuknya gas SO₂ dan sulfur oksida jenis lain berasal dari proses pembakaran bahan bakar fosil yang mengandung unsur sulfur. Sumber penghasil utama gas sulfur oksida melalui pembangkit listrik yang menggunakan bahan bakar dari batu bara ataupun minyak diesel. Gas buangan dari asap kendaraan bermotor serta kegiatan industri yang memanfaatkan batu bara sebagai bahan bakar dapat menjadi sumber penghasil gas SO₂. Kadar polutan SO₂ yang tinggi di udara menjadi penyebab utama terjadinya hujan asam. Adanya unsur sulfur yang menjadi zat pengotor dalam bahan bakar fosil menjadi komponen utama penyusun hujan asam. Sehingga ketika nitrogen tiba-tiba bereaksi dengan oksigen akan membentuk senyawa SO₂ dan NO_x. Polutan sulfur secara langsung melakukan proses difusi ke area atmosfer kemudian bereaksi dengan air kemudian akan membentuk senyawa asam kuat yang mudah larut sehingga bergabung dengan air hujan. Komponen air hujan yang dominan mengandung asam dapat meningkatkan kadar salinitas tanah bahkan air permukaan sehingga mampu membahayakan fisiologis tanaman (Arini dkk., 2022).

Nitrogen dioksida (NO₂) merupakan salah satu jenis polutan yang dapat menurunkan kualitas udara hingga membahayakan makhluk hidup. Dampak negatif gas NO₂ apabila terkontaminasi pada tubuh dapat mengakibatkan radang paru-paru hingga kesulitan bernafas dan mengganggu saluran sistem pernafasan, iritasi pada tenggorokan serta rasa sakit dibagian dada. Udara yang telah terkontaminasi gas NO₂ berbahaya bagi manusia, hewan serta tanaman. Pengaruh gas NO₂ dapat menimbulkan bintik hitam pada permukaan daun tanaman. Pada

konsentrasi tinggi, gas NO_2 menjadi penyebab kerusakan jaringan daun tanaman atau nekrosis (Handoko, 2020).

Partikel debu total (TSP) menjadi polutan berbahaya yang dapat mencemari udara. Berdasarkan sifat karakteristiknya, debu berukuran antara 1 – 100 mikron dan berwujud padat. Menurut Wardana (2001), debu yang mencemari udara dipengaruhi oleh faktor kelembapan udara, suhu/temperatur dan cahaya matahari. Udara adalah unsur lingkungan yang sangat sensitif mengalami pencemaran. Sebagai komponen biotik, udara menjadi sumber kehidupan bagi makhluk hidup dan ekosistem lingkungan. Tanpa disadari, pencemaran udara akibat partikel debu dapat mempengaruhi kesehatan dimana unsur oksigen terkontaminasi oleh polutan. Apabila semakin tinggi suhu udara dan tingginya kecepatan angin, maka media penyebaran partikel debu di udara akan semakin meningkat (Aisyiah, 2014).

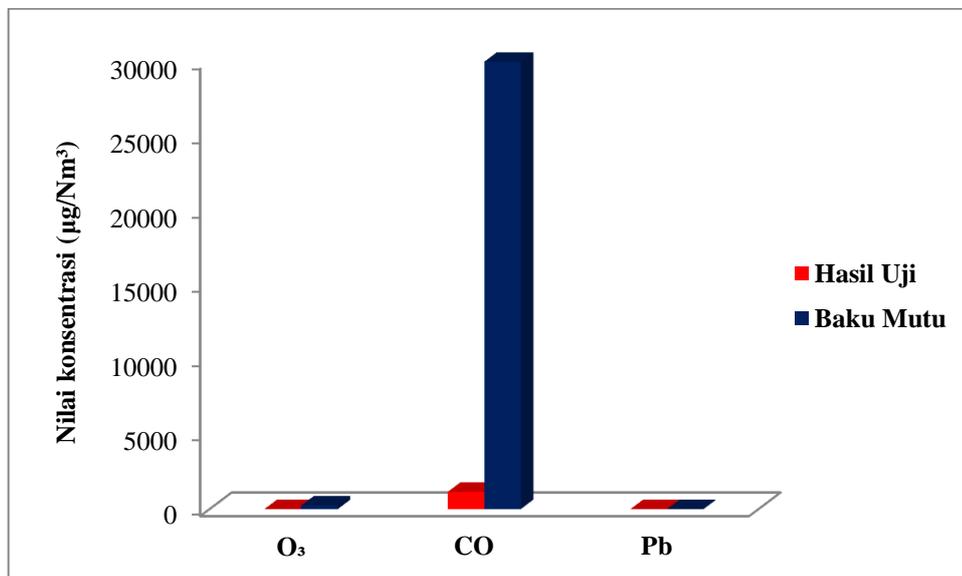
Nilai polutan SO_2 , NO_2 , TSP yang masih berada dibawah baku mutu juga berpotensi mencemari lingkungan (Gambar 2). Paparan polutan yang terjadi terus menerus dalam jangka waktu lama dapat menyebabkan polusi sehingga mengganggu kesehatan. Polutan SO_2 , NO_2 , TSP yang terdapat pada udara ambien berpotensi tinggi menyebabkan gangguan pernafasan karena bersifat iritan pada saluran pernafasan manusia. Guna mengatasi kadar polutan di udara dapat dilakukan upaya penghijauan di sekitar area proyek. Selain dapat menjernihkan udara dari zat polutan berbahaya, keanekaragaman vegetasi juga mampu menahan kencangnya hembusan angin sehingga meminimalisir partikel debu atau polutan mencemari udara. Jenis vegetasi yang dapat dibudidayakan antara lain seperti pohon angkana, akasia, waru dan sebagainya.



Gambar 2. Perbandingan Hasil Uji Parameter SO_2 , NO_2 dan TSP terhadap Baku Mutu Kualitas Udara Sekitar Lokasi Proyek di SMAN 1 Semarang

Monitoring Uji Kualitas Udara Dan Tingkat Kebisingan Di SMAN 1 Semarapura
Kabupaten Klungkung

Gas oksidan (O_3) merupakan polutan sekunder yang bersifat oksidator dimana dapat menyebabkan gangguan sistem pernafasan dan iritasi pada mata. Sebanyak 70% gas oksidan yang terdapat di atmosfer akan bereaksi dengan gas karbon monoksida (Henne *et al.*, 2007). Karbon monoksida (CO) adalah salah satu senyawa penyusun oksidan (O_3) yang berpengaruh pada proses pembentukan lapisan ozon di atmosfer (Spivakovsky *et al.*, 2000). Gas karbon monoksida dan oksidan menjadi dua spesifikasi kunci dalam sistem fotokimia pencemaran di udara. Berdasarkan hasil analisis, konsentrasi O_3 di udara bernilai $< 6,8 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ yang masih berada dibawah baku mutu yang sudah ditetapkan yaitu $235 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (Gambar 2). Sementara konsentrasi CO bernilai $< 1150 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, dimana nilai tersebut masih berada dibawah baku mutu yang ditetapkan yaitu $30.000 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Konsentrasi oksidan dan karbon monoksida yang berada dibawah baku mutu menunjukkan bahwa kedua gas polutan tidak terlalu mempengaruhi kualitas udara sekitar lokasi proyek yang akan dilaksanakan. Untuk parameter timbal (Pb), nilai konsentrasi hanya mencapai $< 0,002 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan masih berada baku mutu yang ditetapkan sebesar $2 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (Gambar 3). Terdeteksinya konsentrasi Pb di udara berasal dari kontribusi gas buangan kendaraan bermotor karena sifat dari unsur timbal sangat akumulatif (Kurniawan, 2001).



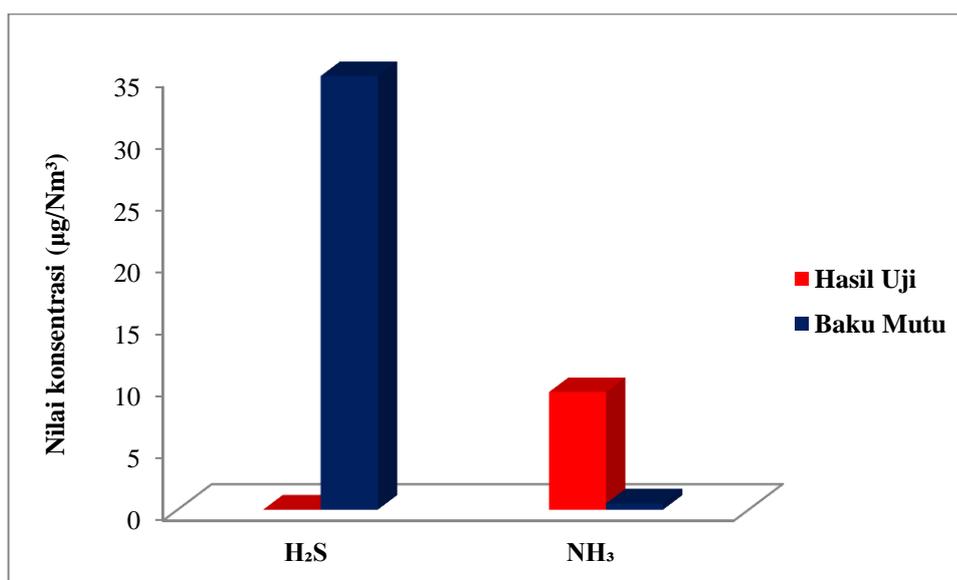
Gambar 3. Perbandingan Hasil Uji Parameter O_3 , CO dan Pb terhadap Baku Mutu Kualitas Udara Sekitar Lokasi Proyek di SMAN 1 Semarapura

Parameter hidrogen sulfida (H_2S) menunjukkan hasil $< 0,017 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dimana masih berada dibawah baku mutu yang sudah ditetapkan yaitu $35 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (Gambar 4). Hidrogen sulfida merupakan salah satu gas polutan yang tidak berwarna, memiliki bau busuk dan mematikan karena sifatnya beracun dan asfiksian (Munir *et al.*, 2010). Sumber penghasil gas H_2S berasal dari proses

dekomposisi bahan organik oleh bakteri pengurai yang tidak sempurna. Meskipun dalam konsentrasi rendah, gas hidrogen sulfida (H_2S) tetap berbahaya dan mampu mempengaruhi kesehatan tubuh.

Gas amonia (NH_3) biasanya terdapat dalam atmosfer dalam kondisi murni (terbentuk secara alamiah). Gas ammonia dihasilkan dari beberapa sumber yaitu mikroorganisme, perombakan limbah hewan, limbah industri amonia, dan sistem pendinginan dengan bahan amonia. Konsentrasi gas amonia (NH_3) yang tinggi apabila terkandung dalam atmosfer menunjukkan adanya pelepasan secara eksidental. Hasil pengukuran di lokasi proyek SMAN 1 Semarapura untuk parameter amonia (NH_3) menunjukkan nilai $< 9,5 \mu g/Nm^3$ yang melebihi baku mutu sebesar $0,5 \mu g/Nm^3$ (Gambar 4). Tingginya konsentrasi gas amonia di udara kemungkinan disebabkan oleh kegiatan masyarakat sekitar yang memiliki usaha peternakan unggas atau hewan lainnya. Limbah peternakan khususnya limbah kotoran dan sisa pakan ternak mampu menghasilkan gas amonia dalam jumlah besar apabila tidak dikelola dengan efektif.

Gas amonia merupakan gas yang tidak memiliki warna namun menimbulkan bau yang sangat kuat. Dalam komposisi udara ambien, gas amonia dapat bertahan selama satu minggu. Paparan gas amonia dalam jangka waktu lama akan mengganggu sistem pernafasan dan mengakibatkan iritasi yang kuat terhadap organ pernapasan seperti hidung, tenggorokan bahkan paru-paru. Karena sifatnya yang menimbulkan iritasi, gas amonia sebagai polutan berbahaya sehingga dapat menyebabkan peradangan saluran pernapasan dari hidung sampai bagian tenggorokan.



Gambar 4. Perbandingan Hasil Uji Parameter H_2S dan NH_3 terhadap Baku Mutu Kualitas Udara Sekitar Lokasi Proyek di SMAN 1 Semarapura

Berdasarkan hasil pengukuran kualitas udara ambien menunjukkan konsentrasi gas amonia (NH_3) melebihi baku mutu yang ditetapkan pada Peraturan Gubernur Bali No. 16 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Lingkungan Hidup Dan Kriteria Baku Kerusakan Lingkungan Hidup. Upaya pengendalian gas amonia dapat dilakukan dengan pengelolaan limbah yang efektif dan efisien. Limbah dari aktivitas peternakan yang dikelola dengan baik akan meminimalisir terbentuknya gas amonia di udara sekitar. Selain beberapa parameter pencemaran udara, pengukuran tingkat kebisingan juga dilakukan dimana hasilnya menunjukkan nilai 43,8 dBA yang masih berada dibawah baku mutu yaitu 55 dBA (Gambar 5). Meskipun nilai dari parameter uji kualitas udara dan tingkat kebisingan berada dibawah baku mutu, kemungkinan besar akan terjadi peningkatan setiap harinya apabila tidak dilakukan pengendalian secara ekologi. Upaya pengendalian tingkat kebisingan dan penurunan kualitas udara dapat dilakukan melalui kegiatan penghijauan disekitar lokasi proyek yang bekerjasama dengan pihak SMAN 1 Semarapura untuk menciptakan udara yang bersih serta sehat. Sehingga ketika proyek sudah terlaksana, tingkat pencemaran udara serta kebisingan dapat diminimalisir secara efektif.



Gambar 5. Perbandingan Hasil Uji Tingkat Kebisingan terhadap Baku Mutu Kualitas Udara Sekitar Lokasi Proyek di SMAN 1 Semarapura

4. PENUTUP

Hasil uji kualitas udara pada lokasi proyek pembangunan pengaman sungai di SMAN 1 Semarapura masih berada dibawah baku mutu udara ambien untuk parameter sulfur dioksida (SO_2) $37,5 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$; nitrogen dioksida (NO_2) $6,5 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$; oksidan (O_3) $6,8 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$; karbon monoksida (CO) $1150 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$; timbal (Pb) $0,002 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$; debu total (TSP) $72,3 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$; hidrogen sulfida (H_2S) $0,017$

$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan tingkat kebisingan 43,8 dBA. Sementara parameter amonia (NH_3) bernilai $9,5 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ melebihi baku mutu udara ambien yang ditetapkan pada Peraturan Gubernur Bali No. 16 Tahun 2016. Perlu dilakukan monitoring secara periodik untuk mengetahui kualitas udara dan tingkat kebisingan serta kemungkinan dampak yang terjadi akibat pencemaran udara. Selain itu, upaya monitoring dapat menjadi pedoman dalam menjaga kelestarian lingkungan dalam rangka pembangunan pengaman sungai di SMAN 1 Semarapura, Kabupaten Klungkung.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyiah Km Latra I . 2014. Pemodelan Konsentrasi Partikel Debu (PM^{10}) pada Pencemaran Udara di Kota Surabaya dengan Metode Geographically-Temporally Weighted Regression. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, Vol. 2(1).
- Arini, D. R., Candra, P., Endang, S.R., Rahning, U., Nugroho, A.P. 2022. Sumbangan Indeks Kualitas Udara Wilayah sebagai bagian pencapaian sustainable development goals (Studi Kasus: Kabupaten Magetan). *ENVIRO: Journal of Tropical Environmental Research*, Vol. 24(2): 36-46.
- Chandra, Budiman. 2007. *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: EGC.
- Gunawan, dkk. 2009. *Analisis Kerugian Akibat Polusi Udara dan Kebisingan Lalu Lintas*. Bandung: Puslitbang.
- Handoko, E.D. 2020. Analisis Dampak Nitrogen Dioksida (NO_2) Di Kota Yogyakarta. *Tugas Akhir*. Program Studi Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Islam Indonesia.
- Henne, S., Klausen, J., Junkermann, W., Kariuki, J. M., Aseyo, J. O. and Buchmann, B. 2008. Representativeness And Climatology Of Carbon Monoxide And Ozone At The Global GAW Station Mt. Kenya In Equatorial Africa. *Atmos. Chem. Physic*, Vol. (8): 3119-3139.
- Hixson, M., Mahmud, A., Hu, J., Bai, S., Niemeier, D.A., Handy, S.I., Gao, S., Lund, J.R., Sullivand, D.C and Kleeman, M. J. 2010. Influence of Regional Development Policies and Clean Technology Adoption on Future Air Pollution Exposure. *Atmospheric Environment*, Vol. 44: 552e562.
- Kurniawan A. 2010. Pengaruh Letusan Gunung Sinabung Terhadap Pengukuran Deposisi Asam di Bukit Kototabang. *Megasains*, Vol. 1(4): 218-229.
- Kusumaningrum dan Gunawan. 2008. *Polusi Udara Akibat Aktivitas Kendaraan Bermotor di Jalan Perkotaan Pulau Jawa dan Bali*. Artikel pada Puslitbang Jalan dan Jembatan Kota Bandung: tidak diterbitkan.
- Lutfi, 2019. *Analisis Karakteristik Emisi CO, NOx dan SO₂ Kendaraan Roda Dua Di Tempat Parkir Kampus 1 Institut Teknologi Nasional Malang*. ITN Malang.

Monitoring Uji Kualitas Udara Dan Tingkat Kebisingan Di SMAN 1 Semarapura
Kabupaten Klungkung

- Munir, M., Haryanto, K., Novarina, IH., Bekti, M., dan Inrati, S. 2010. Pemulihan Sulfur dari Gas Buang yang Mengandung Hidrogen Sulfida dari Kegiatan PLTP dengan Proses Bio Disulfurisasi. *Jurnal Riset Industri*, Vol. 4(3): 1-10.
- Peraturan Gubernur Bali No. 16 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Lingkungan Hidup Dan Kriteria Baku Kerusakan Lingkungan Hidup.
- Spivakovsky, C. M., Logan, J. A., Montzka, S. A., Balkanski, Y. J., Foreman-Fowler. 2000. Three-Dimensional Climatological Distribution Of Tropospheric OH: Update And Evaluation. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, Vol. 105 (D7): 8931–8980
- Wardana, W.A. 2001. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.