



Analisis Kualitas Udara serta Pemodelan AERMOD untuk Proyeksi Pola Penyebaran Emisi Genset PT. X

Vivi Indah Cahyani¹, Muhammad Faisal Fadhil¹✉

⁽¹⁾ Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur, Surabaya, Indonesia

DOI: 10.31004/jutin.v9i1.53790

✉ Corresponding author:

[mfaisalf.ft@upnjatim.ac.id]

Article Info

Kata kunci:

Kualitas Udara Ambien;

Kebisingan;

Genset;

AERMOD

Abstrak

Kualitas udara merupakan aspek penting dalam menjaga keberlanjutan lingkungan di area kerja industri. Pada fasilitas yang bergantung pada sistem daya cadangan seperti genset, pelepasan emisi tetap menjadi sumber potensial polusi udara, terutama selama pengoperasian. Studi ini meneliti kualitas udara ambien, tingkat kebisingan, dan memodelkan potensi penyebaran emisi genset di PT. X. Pengukuran kualitas udara ambien, emisi, dan kebisingan dilakukan langsung di lapangan. Hasil menunjukkan bahwa semua parameter kualitas udara ambien dan kebisingan berada di bawah batas peraturan yang berlaku, dengan perbedaan yang dipengaruhi oleh aktivitas di sekitarnya, karakteristik lokasi, dan jadwal pengoperasian genset. Pemodelan penyebaran menggunakan AERMOD menunjukkan bahwa konsentrasi polutan tertinggi terjadi di dekat sumber emisi dan menurun seiring jarak, dipengaruhi oleh arah dan kecepatan angin. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa dampak lingkungan dari emisi genset tetap rendah dan dalam batas yang dapat diterima.

Abstract

Air quality is an important aspect in maintaining environmental sustainability in industrial work areas. In facilities that rely on backup power systems such as generator sets, emission release remains a potential source of air pollution, particularly during operation. This study investigates ambient air quality, noise levels, and models the potential dispersion of genset emissions at PT. X. Ambient air, emission, and noise measurements were conducted directly in the field. The results showed that all ambient air quality and noise parameters were below the applicable regulatory limits, with differences influenced by surrounding activities, location characteristics, and genset operation schedules. Dispersion modeling using AERMOD indicated that the highest pollutant concentrations occurred near the emission source and decreased with distance, influenced by wind direction and speed. The modeling results suggest that the environmental impact of genset emissions remains low and within acceptable limits.

Keywords:

Ambient Air Quality;

Noise;

Generator Set;

AERMOD

1. PENDAHULUAN

Udara merupakan salah satu komponen penting yang berperan dalam menjaga keberlangsungan hidup (Winatama et al., 2023). Dalam lingkungan kerja, kualitas udara menjadi salah satu indikator penting yang mencerminkan kondisi lingkungan. Polutan udara yang berlebih seperti debu partikulat dan gas pencemar akibat dari aktivitas operasional perusahaan dapat menurunkan kualitas udara sehingga berpotensi mengganggu keseimbangan lingkungan di area kerja. Kualitas udara harus dipantau secara berkala untuk memastikan kondisi lingkungan tetap terjaga dan untuk mengetahui tingkat pencemarannya supaya dapat menjadi dasar dalam menentukan langkah pengendalian yang diperlukan. Pengujian udara telah ditetapkan prosedurnya pada SNI 19-7119.3 tentang Udara Ambien, yaitu dengan metode gravimetri untuk pengujian partikulat (El Audah et al., 2024). Lalu metode spektrofotometer untuk pengujian gas emisi (Amalia & Wahyuni, 2022).

Kualitas udara umumnya dinilai dari seberapa banyak zat pencemar yang terkandung sesuai dengan Baku Mutu Udara Ambien Nasional. Udara ambien merupakan udara bebas di sekitar kita, yang mana berada di lapisan troposfer bumi dan berpengaruh terhadap kesehatan lingkungan (Kurniawan, 2018). Pengukuran kualitas udara ambien dilakukan secara berkala sesuai dengan ketentuan PP No. 22 Tahun 2021, yang mengatur bahwa pemantauan udara ambien pada kegiatan yang berpotensi menghasilkan emisi dilakukan secara periodik, umumnya setiap enam bulan sekali. Baku mutu udara ambien ditetapkan sebagai batas maksimum konsentrasi polutan yang diperbolehkan berada di udara untuk mencegah terjadinya pencemaran udara. Dalam peraturan baku mutu ini, ditetapkan kualitas udara ambien yang wajib dipantau sebagai ambang batas maksimum konsentrasi zat pencemar di udara ambien. Parameter udara yang umum digunakan dalam pemantauan lingkungan meliputi partikulat dan gas pencemar.

Peraturan tersebut menetapkan baku mutu udara ambien nasional sebagai batas maksimum konsentrasi zat pencemar yang masih diperbolehkan berada di udara untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan. Parameter kualitas udara ambien yang diatur dalam Lampiran VII PP No. 22 Tahun 2021 meliputi gas pencemar dan partikulat, antara lain sulfur dioksida (SO_2) dengan baku mutu $150 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$, karbon monoksida (CO) sebesar $10.000 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$, nitrogen dioksida (NO_2) sebesar $200 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$, ozon (O_3) sebesar $150 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$, serta hidrokarbon non metana (NMHC) sebesar $160 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$. Selain itu, parameter partikulat yang dipantau meliputi total suspended particulate (TSP) dengan baku mutu $230 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$, PM_{10} sebesar $75 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{PM}_{2.5}$ sebesar $55 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$, serta timbal (Pb) dengan ambang batas $2 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nilai-nilai baku mutu ini digunakan sebagai acuan dalam mengevaluasi kondisi kualitas udara ambien dan menentukan tingkat pencemaran udara di suatu lokasi.

Sumber emisi yang mencemari udara berupa gas buang dihasilkan pada sektor industri salah satunya adalah *generator set* (genset) (Firdausy et al., 2020). Sumber emisi udara dapat dibedakan menjadi sumber emisi bergerak dan sumber emisi tidak bergerak. Genset termasuk dalam kategori sumber emisi tidak bergerak karena letaknya tetap tidak berpindah-pindah karena menjadi fasilitas penunjang operasional perusahaan. Untuk menghasilkan energi, diperlukan bahan bakar untuk pengoperasian genset. Proses pembakaran bahan bakar menghasilkan gas buang yang mengandung polutan. Karena itu, perlu dilakukan untuk pengujian secara berkala dan pengecekan kondisi mesin dan bahan bakar genset.

Sebagai acuan dalam pengendalian pencemaran udara dari sumber tidak bergerak, operasional genset diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 11 Tahun 2021 yang menetapkan baku mutu emisi. Baku mutu tersebut wajib dipenuhi oleh perusahaan selama genset beroperasi. Untuk mesin genset dengan kapasitas 200 kV berbahan bakar minyak, baku mutu emisi yang ditetapkan meliputi Nitrogen Oksida (NO_x) sebesar $3.400 \text{ mg}/\text{Nm}^3$ dan Karbon Monoksida (CO) sebesar $170 \text{ mg}/\text{Nm}^3$. Ketentuan ini menjadi dasar dalam evaluasi hasil pengujian emisi genset, guna memastikan bahwa emisi yang dihasilkan masih berada dalam batas yang diperbolehkan dan tidak menimbulkan dampak negatif terhadap kualitas udara di lingkungan sekitar.

Nitrogen Oksida dan Karbon Monoksida yang berasal dari proses pembakaran bahan bakar akan mencemari udara di sekitar area sumber emisi. Maka dari itu, selain pengujian secara langsung, uji pemodelan dispersi perlu dilakukan pula untuk memprediksi pola sebaran emisi yang dihasilkan oleh *genset*. Pemodelan ini digunakan untuk menggambarkan potensi penyebaran polutan di lingkungan sekitar sumber emisi (Ismahani et al., 2022). Pendekatan tersebut penting dilakukan untuk memperoleh gambaran terkait potensi dampak emisi, tidak hanya berdasarkan hasil pengukuran langsung, tetapi juga prediksi konsentrasi polutan pada kondisi tertentu dan

pada area tertentu.

PT. X merupakan perusahaan yang menjalankan kegiatan operasionalnya dengan dukungan energi listrik. Untuk menjaga keberlangsungan operasional, perusahaan dilengkapi dengan *generator set* (*genset*) sebagai sumber listrik cadangan. *Genset* tidak digunakan secara terus-menerus, melainkan hanya dioperasikan ketika pasokan listrik utama terhenti, seperti pada saat terjadi pemadaman listrik. Oleh karena itu, pengujian emisi pada cerobong *genset* pada PT. X perlu dilakukan untuk memantau kondisi emisi yang dihasilkan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas udara di PT. X melalui pengukuran secara langsung di lapangan, serta memprediksi sebaran emisi *genset* menggunakan pemodelan *software* AERMOD. Beberapa penelitian terdahulu telah menggunakan pendekatan pemodelan dispersi untuk mengevaluasi dampak emisi sumber tidak bergerak terhadap kualitas udara di sekitar area sumber emisi. Penelitian oleh Ismahani, et. al. (2022) menggunakan model AERMOD untuk memprediksi sebaran emisi gas buang dari sumber pembakaran dan menunjukkan bahwa konsentrasi polutan tertinggi cenderung berada di sekitar sumber emisi. Langkah ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam mengevaluasi efektivitas sistem pengendalian pencemaran udara yang telah diterapkan sehingga dapat menjadi dasar dalam perencanaan pengelolaan lingkungan hidup di perusahaan. Selain itu, hasil pemodelan dispersi emisi dapat dimanfaatkan sebagai informasi awal untuk menilai potensi risiko lingkungan apabila terjadi peningkatan frekuensi operasi *genset* di masa mendatang.

2. METODE

Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan dua jenis data, yaitu data primer yang diperoleh secara langsung dan data sekunder.

a. Metode Pengumpulan Data Pengujian Ambien

Data kualitas udara ambien diperoleh melalui pengambilan sampel uji secara langsung di lapangan menggunakan alat *High Volume Air Sampler* untuk sampel uji partikulat dan *Impenger* Udara untuk gas emisi. Uji dilakukan pada dua titik ambien yang mewakili area operasional dan lingkungan sekitar sumber emisi. Lalu untuk emisi pada gas buang diukur menggunakan alat *Fuel Gas Analyzer*. Pengujian ini dilakukan dengan metode dan prosedur yang telah ditetapkan pada SNI 19-7119.3-2017 tentang Udara Ambien.

Titik pengumpulan data akan dilakukan pada 2 titik, yaitu titik 1 yang berada di area parkiran dan lobby, dan titik 2 yang berada di area sumber emisi yaitu *genset*.

b. Metode Pengumpulan Data Meteorologi

Data meteorologi diperoleh dari *Copernicus* melalui *Climate Data Store*. Data yang dibutuhkan meliputi data kelembapan, suhu, tekanan, arah angin, kecepatan angin, ketinggian awan, curah hujan, dan radiasi.

Pengolahan Data Dan Analisis Data

Pengolahan data sampel uji udara ambien yang diperoleh mengacu pada perhitungan sesuai dengan SNI 19-7119-2017. Hasil perhitungan akan dianalisis dengan membandingkan hasil pengujian terhadap nilai ambang batas sebagai dasar penilaian. Data meteorologi yang kemudian akan digabungkan dengan perolehan data emisi di *software* AERMOD. Hasil *running* dianalisis untuk mengetahui sebaran emisi di area sekitar sumber.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian udara ambien dilakukan pada dua titik, yaitu pada titik 1 (area parkiran dan *lobby*) dan titik 2 (area *genset*) menggunakan Alat *High Volume Air Sampler* (HVAS) dan *Impinger* Udara. Alat HVAS digunakan untuk mengambil sampel pengujian partikulat, yang mana udara akan dipompa masuk melalui kertas filter, sehingga partikulat dengan diameter tertentu tertahan di kertas filter. Lalu gas emisi akan terikat dengan larutan pada *Impenger* Udara. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai parameter-parameter yang terkandung dan apakah nilai tersebut memenuhi baku mutu atau tidak. Pengujian udara ini diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Uji Ambien

Parameter	Satuan	Hasil Uji 1	Hasil Uji 2	Baku Mutu	Spesifikasi Metode
Sulfur Dioksida (SO ₂)	µg/m ³	<31,4	<31,4	150	SNI 7119-7-2017
Karbon Monoksida (CO)	µg/m ³	1747	2138	10000	IKM/7.2.4-6/MBS
Nitrogen Dioksida (NO ₂)	µg/m ³	16,3	22,4	200	SNI 7119-2-2017
Ozon (O ₃)	µg/m ³	20,5	26,7	150	SNI 7119-8-2017
Partikulat <100 µm (TSP)	µg/m ³	<5,17	<5,17	230	SNI 7119-3-2017
Partikulat <10 µm (PM ₁₀)	µg/m ³	6,91	1,38	75	IKM/7.2.4.21/MBS
Partikulat <2,5 µm (PM _{2,5})	µg/m ³	<0,462	<0,462	55	IKM/7.2.4.149/MBS
Timbal (Pb)	µg/m ³	0,0131	0,0144	2	SNI 7119-4-2017
Hidrokarbon Non Metana (NMHC)	µg/m ³	16,6	20,3	160	IKM/7.2.4-3/MBS
Kebisingan	dBA	56,1	52,6	65	SNI 8427-2017

Dapat dilihat pada tabel 1, hasil pengujian menunjukkan tidak ada parameter yang melebihi baku mutu, namun terdapat perbedaan antara kualitas ambien di area parkiran-lobby (Hasil Uji 1) dan area genset (Hasil Uji 2). Pada parameter gas pencemar, konsentrasi CO pada area parkiran-lobby cenderung lebih tinggi dibanding area genset, yang mengindikasikan adanya pengaruh aktivitas lalu lintas kendaraan dan mobilitas karyawan di area parkian-lobby. Untuk parameter NO₂ dan O₃, nilai konsentrasi di area parkiran-lobby juga sedikit lebih tinggi dibandingkan area genset. Perbedaan ini dapat dipengaruhi oleh aktivitas kendaraan bermotor yang berkontribusi terhadap emisi yang dihasilkan dari pembakaran tidak sempurna pada kendaraan bermotor, reaksi nitrogen dan oksigen pada pembakaran mesin yang berperan dalam pembentukan ozon, lalu kandungan dalam bahan bakar yang berpotensi menghasilkan emisi. Sementara itu, area genset yang terletak di bagian belakang bangunan cenderung memiliki aktivitas yang lebih rendah dan tidak berada pada jalur lalu lintas utama, sehingga konsentrasi gas pencemar relatif lebih kecil.

Pada parameter partikulat, konsentrasi TSP, PM₁₀, dn PM_{2,5} di area parkiran-lobby menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan area genset. Kondisi ini juga dipengaruhi oleh aktivitas kendaraan, serta kemungkinan adanya resuspensi debu dari jalan di area parkiran. Sementara itu, area genset tidak menimbulkan emisi yang berlebihan, karena genset tidak beroperasi secara kontinu dan hanya beroperasi saat dibutuhkan saja. Jadi pada saat itu, genset tidak berkontribusi dalam tambahan emisi dari proses pembakaran. Faktor-faktor tersebut yang menyebabkan perbedaan nilai konsentrasi antar lokasi. Namun, secara umum kualitas udara di kedua area tersebut masih memenuhi ketentuan baku mutu.

Hasil pengukuran laboratorium menunjukkan bahwa seluruh parameter memenuhi baku mutu udara ambien sesuai Permen LHK No. 11 Tahun 2021 dan PP No. 22 Tahun 2021. Temuan ini mengindikasikan bahwa kondisi udara di lingkungan kerja PT. X berada dalam batas aman dan tidak menimbulkan risiko terhadap lingkungan. Namun perlu dicatat, meskipun konsentrasi pencemar masih rendah pada saat pengujian, tetap ada potensi peningkatan apabila aktivitas sumber pencemar meningkat. Misalnya ketika genset beroperasi dalam waktu yang lama atau terjadi peningkatan jumlah kendaraan yang keluar masuk area perusahaan. Oleh karena itu, pemantauan kualitas udara secara berkala sangat penting untuk memastikan bahwa konsentrasi pencemar tetap terkendali dalam jangka panjang.

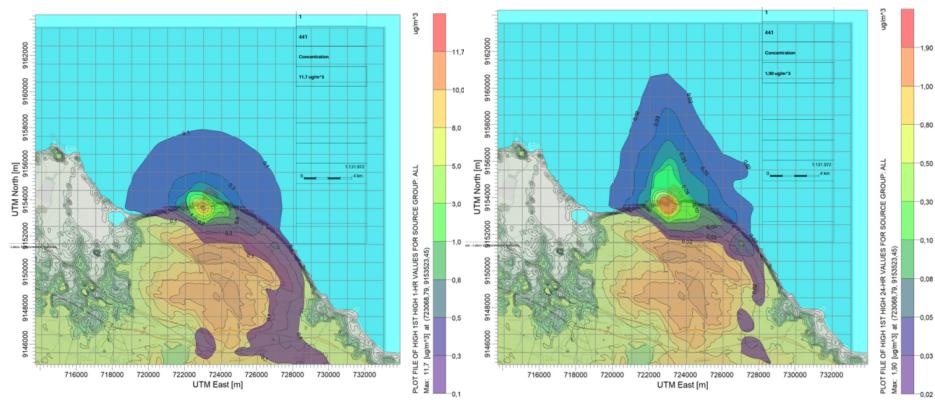
Hasil pengujian emisi pada genset berkapasitas 200 kW dengan bahan bakar minyak, diukur pada cerobongnya menggunakan alat *Fuel Gas Analyzer*, menunjukkan hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Pengujian Emisi Genset

Parameter	Satuan	Hasil Uji	Baku Mutu	Spesifikasi Metode
Nitrogen Oksida (NOx)	mg/Nm ³	134	3400	IKM/7.2.4-36/MBS
Karbon Monoksida (CO)	mg/Nm ³	80	170	IKM/7.2.4-36/MBS
Laju Alir	m ³ /s	0,0434	-	IKM/7.2.4-36/MBS

Tabel 4 diatas menunjukkan bahwa emisi gas buang yang dihasilkan dari operasional genset masih memenuhi Baku Mutu sesuai dengan Permen LHK No. 11 Tahun 2021. Sehingga secara teknis, walaupun genset sedang beroperasi, dampak yang dihasilkan masih memenuhi persyaratan lingkungan yang berlaku. Data hasil pengujian tersebut kemudian digunakan sebagai input dalam pemodelan dispersi menggunakan *software*

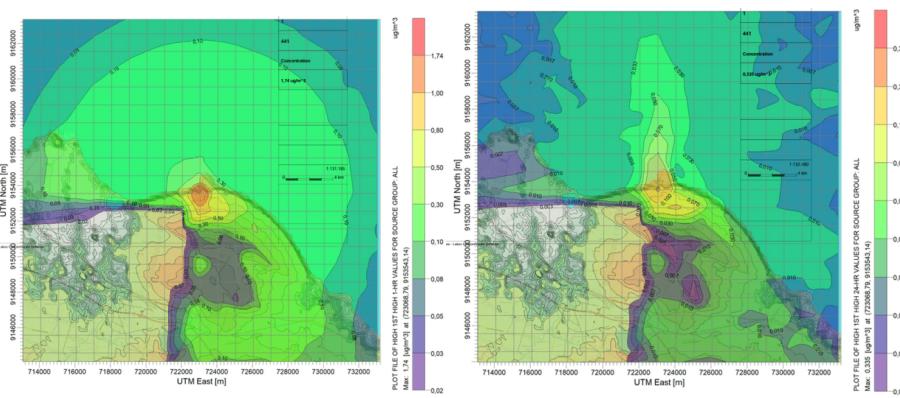
AERMOD. Pemodelan dilakukan untuk menggambarkan pola sebaran konsentrasi emisi gas buang genset di udara ambien pada beberapa skala waktu, yaitu 1 jam dan 24 jam.



Gambar 1. Pola Sebaran Emisi CO pada Kurun Waktu 1 jam (Kiri) dan 24 Jam (Kanan)

Pada hasil yang didapat dengan luas cakupan area dari sumber emisi, dapat dilihat pola persebarannya diwakili dengan gradasi warna konsentrasi emisi pada peta hasil pemodelan. Warna merah menunjukkan wilayah dengan konsentrasi polutan tertinggi, sedangkan warna ungu menunjukkan wilayah dengan konsentrasi terendah. Tingkat konsentrasi dan sebaran spasialnya dipengaruhi oleh arah angin, kecepatan angin, serta kondisi meteorologi lainnya saat pemodelan. Dari peta persebaran tersebut dapat diidentifikasi area mana saja yang terpengaruh oleh emisi genset, sejauh apa emisi tersebut dapat tersebar, dan bagaimana pola penyebarannya dari waktu ke waktu. Visualisasi hasil pemodelan ini memberikan gambaran yang lebih utuh mengenai potensi dampak emisi terhadap area di sekitarnya, baik pada skala 1 jam dan 24 jam.

Hasil pemodelan sebaran emisi CO menunjukkan bahwa konsentrasi tertinggi terjadi di area yang relatif dekat dengan sumber emisi dan menurun seiring bertambahnya jarak dari cerobong genset. Konsentrasi tertinggi yang terpusat di area sekitar genset diwakili warna oranye dan kemudian emisi menyebar hingga menunjukkan warna ungu. Pada pemodelan 1 jam, sebaran konsentrasi cenderung lebih terkumpul di daerah tengah dan nilai puncak lebih tinggi senilai $11,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ akibat dari pengaruh kondisi meteorologi sesaat. Sementara itu, pada pemodelan 24 jam, sebaran emisi lebih merata dengan konsentrasi maksimum yang lebih rendah senilai $1,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pemerataan ini diakibatkan akumulasi kondisi meteorologi dalam jangka waktu 1 bulan tersebut, sehingga pola penyebarannya menyebar ke berbagai arah dan menghasilkan konsentrasi yang lebih homogen dan nilai puncak konsentrasi yang lebih rendah.



Gambar 2. Pola Sebaran Emisi NOx pada Kurun Waktu 1 Jam (Kiri) dan 24 Jam (Kanan)

Pola sebaran emisi NOx menunjukkan kecenderungan yang serupa dengan emisi CO, di mana konsentrasi tertinggi berada di sekitar sumber dan menurun secara bertahap ke arah luar. Pada kurun waktu 1 jam, konsentrasi NOx tertinggi berada di sekitar sumber senilai $1,74 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan kemudian menyebar dengan cakupan paling luas di zona warna hijau dengan nilai $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Lalu pada sebaran 24 jam, konsentrasi tertinggi berada pada nilai $0,335 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lalu menyebar mengikuti arah angin. Dari hasil persebaran kedua emisi tersebut, CO menunjukkan konsentrasi tertinggi di sekitar sumber dan cenderung menurun cepat seiring bertambahnya jarak akibat proses

pengenceran. Lalu emisi NOx memperlihatkan sebaran lebih luas dengan konsentrasi rendah hingga menengah yang menyebar pada area lebih besar.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran yang didapat, kualitas udara ambien di area kerja PT. X masih berada dalam batas aman berdasarkan baku mutu yang berlaku. Hasil pengukuran partikulat maupun gas pencemar menunjukkan nilai yang rendah, dipengaruhi oleh minimnya aktivitas sumber pencemar di sekitar lokasi. Tingkat kebisingan juga masih berada di bawah ambang batas, dengan nilai yang lebih tinggi pada area parkiran dan *lobby* karena adanya mobilitas kendaraan dan aktivitas pekerja, sedangkan area genset lebih rendah karena genset sedang tidak beroperasi.

Pengujian emisi genset menunjukkan hasil yang berada di bawah baku mutu. Pemodelan sebaran emisi menggunakan AERMOD memperlihatkan bahwa konsentrasi tertinggi terjadi di area yang berdekatan sumber emisi dan menurun seiring dengan bertambahnya jarak dari cerobong genset. Secara keseluruhan, hasil pemodelan menunjukkan bahwa potensi dampak emisi genset terhadap lingkungan masih tergolong rendah dan berada dalam batas yang masih diterima.

Hasil ini menunjukkan bahwa sistem pengendalian emisi dan jadwal operasional genset di PT. X telah berjalan secara efektif dalam meminimalkan pencemaran udara. Pemantauan kualitas udara dan kebisingan secara berkala tetap perlu dilakukan agar potensi peningkatan emisi di masa mendatang dapat diidentifikasi lebih dini dan langkah mitigasi dapat direncanakan secara tepat. Dengan demikian, perusahaan dapat menjaga kualitas lingkungan kerjanya serta memastikan bahwa kegiatan operasional tetap sesuai ketentuan baku mutu yang berlaku.

5. REFERENSI

- Amalia, S., & Wahyuni, I. R. (2022). Analisis Sulfur Dioksida (SO₂) Udara Ambient Menggunakan Metode Pararosanilin dengan Spektrofotometer UV-Visible Kabupaten Bandung, Jawa Barat. *Gunung Djati Conference Series*, 15.
- El Audah, M., Sukwika, T., Manajemen, M., Pascasarjana, S., & Audah, E. (2024). ANALISIS KEBISINGAN DAN KUALITAS UDARA PADA PROYEK KONSTRUKSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS UAP (PLTGU) MUARA TAWAR 650 MW. *JAMBURA JOURNAL OF HEALTH SCIENCE AND RESEARCH*, 6, 399–410. <https://ejurnal.ung.ac.id/index.php/jjhsr/index>
- Firdausy, M. A., Mizwar, A., Khair, R. M., Nirtha, I., & Hamatha, N. (2020). PERBANDINGAN EMISI GAS BUANG YANG DIHASILKAN PADA PENERAPAN BIODIESEL DI PT ADARO INDONESIA COMPARISON OF EXHAUST GAS EMISSIONS PRODUCED ON BIODIESEL APPLICATION AT PT ADARO INDONESIA. *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(2), 147–156.
- Ismahani, R., Anuromo, D. W., & Kunci, K. (2022). Pemodelan AERMOD Untuk Proyeksi Pola Penyebaran Emisi Heat Recovery Steam Generator PT X dan PT Y. *Indonesian Journal of Conservation*, 11(2), 51–63. <https://doi.org/10.15294/ijc.v11i2.37953>
- Kurniawan, A. (2018). PENGUKURAN PARAMETER KUALITAS UDARA (CO, NO₂, SO₂, O₃ DAN PM10) DI BUKIT KOTOTABANG BERBASIS ISPU. *Jurnal Teknosains*, 7(1), 1. <https://doi.org/10.22146/teknosains.34658>
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 11 Tahun 2021 tentang Baku Mutu Mesin dengan Pembakaran Dalam
- Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
- Rahmadani, N., Fitri, Y., Retnawaty, S. F., Lestari, D., Mulyani, S., & Selvia, S. (2024). Pemodelan Emisi Gas CO₂ dari Lokasi Tempat Pembuangan Akhir di Kota Pekanbaru menggunakan Dispersi AERMOD. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, 12(2), 163–176. <https://doi.org/10.14710/jwl.12.2.163-176>
- SNI 19-7119.3-2017 tentang Udara Ambien - Bagian 3: Cara Uji Partikel Tersuspensi Total Menggunakan Peralatan High Volume Air Sampler (HVAS) dengan Metode Gravimetri
- Winatama, D., Syarifudin, & Widayat. (2023). Analisis Kualitas Udara Pada Kawasan Transportasi, Industri, Perkotaan, Permukiman, dan Perdagangan di Kota Tegal. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21, 381–386. <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/jil.21.2.381-386>