



KUALITAS UDARA EMISI GAS BUANG CEROBONG UNIT 3 & 4 DI PT. X

Rinata Fitria Sari¹, Natalina², Panisean Nasoetion³

¹Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Malahayati, Jalan Pramuka No.27, Kemiling Permai, Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung, Indonesia, 35152

¹Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Malahayati, Jalan Pramuka No.27, Kemiling Permai, Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung, Indonesia, 35152

¹Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Malahayati, Jalan Pramuka No.27, Kemiling Permai, Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung, Indonesia, 35152

*Penulis Korespondensi: fitriasarinata@gmail.com, linanatalina45@yahoo.co.id, panisean@yahoo.com

Abstract. *This report discusses the air quality of flue gas emissions from Chimney Units 3 and 4 at PT. X. The study was conducted as part of an internship program aimed at evaluating emission testing methods, the compliance of test results with emission quality standards, and the potential impacts of air pollution. The testing methods applied refer to Government Regulation No. 22 of 2021 and the Ministry of Environment Regulation No. 15 of 2019. The test results show that the emission levels from both units remain below the established quality standards, although some parameters are approaching the threshold limits. Regular monitoring is conducted to ensure emissions remain within safe limits. It is expected that this report can provide useful information as a reference for air pollution control in the industrial sector.*

Keywords *Air quality, flue gas emissions, emission testing, air pollution, emission standards.*

Abstrak. Laporan ini membahas kualitas udara emisi gas buang dari cerobong Unit 3 dan 4 di PT. X. Penelitian ini dilakukan sebagai bagian dari kerja praktik yang bertujuan untuk mengevaluasi metode pengujian emisi, kesesuaian hasil uji dengan baku mutu emisi, serta dampak potensi pencemaran udara. Metode pengujian yang diterapkan mengikuti Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 dan PerMen LH No. 15 Tahun 2019. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar emisi gas buang dari kedua unit tersebut masih berada di bawah batas baku mutu yang ditetapkan, meskipun terdapat beberapa parameter yang mendekati ambang batas. Pemantauan dilakukan secara rutin untuk memastikan emisi tetap dalam batas aman. Diharapkan, laporan ini dapat memberikan informasi yang berguna sebagai referensi untuk pengendalian pencemaran udara di sektor industri.

Kata kunci: Kualitas udara, emisi gas buang, pengujian emisi, pencemaran udara, baku mutu emisi.

1. LATAR BELAKANG

Udara merupakan komponen esensial bagi keberlangsungan kehidupan seluruh makhluk hidup. Akan tetapi, perkembangan pembangunan fisik di kawasan perkotaan serta pertumbuhan pusat-pusat industri yang semakin pesat telah menyebabkan terjadinya perubahan terhadap kualitas udara. Kondisi udara yang pada masa lalu dikenal bersih, sejuk, dan segar, kini cenderung menjadi lebih kering serta tercemar oleh berbagai zat yang tidak diinginkan. Perubahan kualitas udara tersebut umumnya dipicu oleh adanya pencemaran udara, yaitu masuknya bahan pencemar ke dalam atmosfer dalam bentuk gas maupun partikel halus atau aerosol yang dapat menurunkan mutu udara ambien.

Secara alami, udara di atmosfer sebenarnya tidak pernah berada dalam kondisi yang benar-benar murni, karena selalu mengandung campuran berbagai jenis gas. Namun demikian, peningkatan konsentrasi gas dan partikel yang berasal dari aktivitas manusia

menyebabkan komposisi udara mengalami perubahan yang signifikan. Berbagai emisi yang dihasilkan oleh kegiatan industri, transportasi, pembakaran bahan bakar, serta aktivitas domestik secara terus-menerus dilepaskan ke udara sehingga menurunkan kualitasnya. Udara yang tergolong bersih pada dasarnya memiliki kandungan oksigen yang tinggi serta bersifat tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa. Kondisi udara seperti ini saat ini semakin sulit ditemukan, khususnya di wilayah perkotaan yang memiliki tingkat aktivitas tinggi. Penurunan kualitas udara tersebut pada akhirnya menimbulkan polusi udara yang berdampak terhadap kesehatan manusia dan keseimbangan lingkungan.

Pertumbuhan jumlah penduduk dunia yang terus meningkat juga berbanding lurus dengan meningkatnya kebutuhan akan udara bersih. Ketersediaan udara yang sehat menjadi faktor penting dalam mendukung kualitas hidup masyarakat. Oleh karena itu, diperlukan upaya perlindungan dan pengelolaan kualitas udara secara berkelanjutan agar tidak terjadi krisis udara bersih di masa mendatang. Pengendalian pencemaran udara perlu dilakukan melalui berbagai langkah strategis, baik secara teknis maupun kebijakan, guna menjaga agar kualitas udara tetap berada pada tingkat yang aman bagi makhluk hidup.

Secara umum, pencemaran udara dapat diartikan sebagai masuknya zat pencemar ke dalam udara dalam bentuk gas, energi, maupun partikel dengan konsentrasi yang melebihi baku mutu yang telah ditetapkan. Hal ini sejalan dengan definisi yang tercantum dalam Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 yang menyatakan bahwa pencemaran udara merupakan masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien akibat aktivitas manusia sehingga melampaui standar kualitas udara yang berlaku. Dengan kata lain, pencemaran udara tidak hanya berkaitan dengan keberadaan zat pencemar, tetapi juga berkaitan dengan tingkat konsentrasi dan dampak yang ditimbulkannya terhadap lingkungan dan kesehatan.

Permasalahan pencemaran udara menjadi isu lingkungan yang serius, terutama di wilayah perkotaan dan kawasan industri. Sumber pencemar udara dapat berasal dari proses alami maupun kegiatan antropogenik. Di Indonesia, sektor transportasi dan industri merupakan kontributor utama terhadap penurunan kualitas udara. Kendaraan bermotor diketahui menyumbang sebagian besar emisi polutan ke udara, yang jumlahnya mencapai sekitar 70% dari total emisi. Selain sektor transportasi, perkembangan industri juga memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kondisi lingkungan. Industri memiliki peran penting dalam meningkatkan pertumbuhan ekonomi suatu negara melalui penyediaan lapangan kerja dan peningkatan produktivitas. Namun demikian, aktivitas industri juga berpotensi menimbulkan dampak negatif berupa pencemaran lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik.

Keberadaan kawasan industri di Indonesia memberikan dampak ganda, yaitu dampak positif dan negatif. Dari sisi positif, industri mampu meningkatkan kesejahteraan masyarakat melalui penyerapan tenaga kerja dan peningkatan pendapatan daerah. Akan tetapi, di sisi lain kegiatan industri juga dapat menghasilkan limbah yang berpotensi mencemari lingkungan, baik air, tanah, maupun udara. Pencemaran yang tidak ditangani secara optimal dapat menimbulkan kerusakan lingkungan yang berdampak luas. Pencemaran udara, misalnya, tidak hanya merugikan makhluk hidup seperti manusia, hewan, dan tumbuhan, tetapi juga dapat merusak material atau benda mati melalui proses korosi dan penurunan kualitas fisik.

Oleh karena itu, pemantauan kualitas udara secara efektif dan efisien menjadi sangat penting untuk dilakukan. Kegiatan pemantauan ini bertujuan untuk mengetahui kondisi

kualitas udara ambien serta membandingkannya dengan emisi yang dihasilkan oleh suatu kegiatan. Melalui evaluasi sistem pemantauan kualitas udara, dapat ditentukan strategi pengendalian pencemaran yang tepat sehingga dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat dapat diminimalkan.

Salah satu industri yang berpotensi menghasilkan emisi udara adalah PT. X yang bergerak di bidang pembangkitan listrik tenaga uap. Dalam proses operasionalnya, industri ini menggunakan batu bara sebagai bahan bakar utama serta memanfaatkan air laut sebagai air baku untuk menghasilkan uap. Proses pembakaran batu bara dan tahapan produksi energi listrik lainnya berpotensi menghasilkan polutan yang dapat dilepaskan ke udara apabila tidak dikendalikan dengan baik. Oleh karena itu, diperlukan upaya pemantauan dan pengelolaan kualitas udara secara berkelanjutan di kawasan industri tersebut guna memastikan bahwa emisi yang dihasilkan tidak melampaui baku mutu yang telah ditetapkan serta tidak memberikan dampak negatif bagi lingkungan sekitar.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode deskriptif–evaluatif yang bertujuan untuk mengetahui kondisi kualitas udara ambien serta membandingkannya dengan baku mutu yang berlaku. Rancangan penelitian dilakukan melalui pengamatan langsung di lapangan dan analisis data hasil pemantauan emisi serta udara ambien di area PT. X. Penelitian ini bersifat non-eksperimental karena tidak memberikan perlakuan khusus terhadap objek penelitian, melainkan mengevaluasi data yang diperoleh berdasarkan kondisi eksisting di lokasi. Sasaran penelitian meliputi parameter kualitas udara ambien yang dihasilkan dari aktivitas operasional pembangkit listrik tenaga uap. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh sumber emisi dan udara ambien di lingkungan kerja PT. X, sedangkan sampel penelitian berupa titik-titik pemantauan kualitas udara yang telah ditentukan sesuai dengan standar pemantauan lingkungan. Penentuan titik sampling dilakukan secara purposive, yaitu berdasarkan lokasi yang mewakili area sumber emisi, area aktivitas operasional, serta area yang berpotensi terdampak.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui dua cara, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari hasil pengukuran langsung kualitas udara ambien di lapangan yang meliputi parameter pencemar udara sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Selain itu, dilakukan pula observasi terhadap kondisi operasional unit pembangkit serta potensi sumber pencemar yang dihasilkan. Data sekunder diperoleh dari dokumen perusahaan, laporan pemantauan lingkungan, literatur, serta peraturan terkait baku mutu kualitas udara ambien.

Analisis data dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran parameter kualitas udara ambien dengan baku mutu yang tercantum dalam peraturan pemerintah yang berlaku. Data yang diperoleh kemudian diolah dan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk mempermudah interpretasi. Selanjutnya dilakukan analisis deskriptif untuk menggambarkan kondisi kualitas udara di lokasi penelitian serta mengevaluasi tingkat pencemarannya. Hasil analisis digunakan untuk menentukan kesesuaian antara kondisi eksisting dengan standar yang telah ditetapkan serta sebagai dasar dalam memberikan rekomendasi pengelolaan kualitas udara yang lebih baik. Metode ini diharapkan mampu memberikan gambaran yang komprehensif mengenai kondisi kualitas udara ambien di

kawasan industri serta menjadi bahan evaluasi dalam upaya pengendalian pencemaran udara secara berkelanjutan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemantauan Emisi Udara Cerobong Unit 3 Dan 4 PT. X

Pemantauan emisi udara dilakukan untuk mengetahui kualitas udara berdasarkan konsentrasi parameter pencemar yang dilepaskan dari sumber emisi. Pencemaran udara terjadi akibat masuknya zat pencemar ke atmosfer yang dihasilkan dari aktivitas industri. Besarnya konsentrasi dan jenis polutan yang dihasilkan oleh sumber tidak bergerak dipengaruhi oleh kapasitas dan proses produksi. Pada pembangkit listrik tenaga uap, cerobong merupakan sumber utama pelepasan emisi ke udara ambien sehingga diperlukan baku mutu sebagai batas maksimum konsentrasi pencemar yang diperbolehkan.

PT. X mengacu pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 sebagai standar baku mutu udara ambien. Pengendalian pencemaran udara dilakukan melalui pemantauan emisi secara berkala untuk memastikan konsentrasi polutan yang dihasilkan tidak melebihi ambang batas yang telah ditetapkan.

Pengujian dan pemantauan emisi dilakukan bekerja sama dengan PT. X. Pengambilan sampel dilakukan di lokasi unit pembangkit, kemudian dianalisis di laboratorium PT X. Data yang digunakan merupakan hasil pemantauan emisi cerobong Unit 3 dan Unit 4 yang dilakukan setiap satu bulan sekali melalui tahapan sampling dan analisis laboratorium.

Pemantauan emisi menggunakan Continuous Emission Monitoring System (CEMS) sehingga konsentrasi polutan dapat terukur secara kontinu dan real time. Data yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk mengevaluasi tingkat kepatuhan terhadap baku mutu serta kinerja pengendalian pencemaran udara.

Sumber Timbulan Emisi

PT. X merupakan pembangkit listrik tenaga uap yang menggunakan bahan bakar batubara yang dipasok langsung dari PT X, dengan status pemodal Badan Usaha Milik Negara ini berkapasitas 2 x 100 MW. Pembangunan PT. X ditujukan untuk memenuhi kebutuhan listrik terutama di wilayah Indonesia.

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) 2 x 100 MW merencanakan menggunakan bahan bakar campuran batubara dan biomassa (*woodchip*) sebagai pengganti bahan bakar batu bara (bahan bakar utama) dan minyak bumi (bahan bakar pendukung) untuk memproduksi listrik. Jenis dan bahan baku, serta bahan penolong yang digunakan dalam konsumsi energi yaitu sebagai berikut:

1. Bahan Baku
 - a) Batu bara 100 ton/jam (876.000 ton/tahun) dengan jenis *Medium Coal Rank*
 - b) Biomassa 62,8 ton/hari (22.608 ton/tahun) (skenario 5% cofiring biomassa) hingga 514 ton/hari (185.040 ton/tahun) (skenario 40% cofiring biomassa) untuk masing-masing unit.
2. Bahan Penolong
 - a) HSD/Bio-Diesel adalah 214.088 sampai dengan 347.141 L/tahun untuk masing-masing unit sebagai starter generator

Proses Feeding Biomassa

PT. X melakukan feeding biomassa sebelum melakukan proses produksi listrik yang bertujuan untuk mempermudah proses produksi tersebut, proses feeding biomassa di jelaskan pada gambar di bawah ini:

Feeding biomassa adalah proses pemberian atau pemasokan biomassa sebagai bahan bakar ke dalam penyimpanan atau Sistem pembakaran sebelum digunakan sebagai bahan bakar. Berikut adalah proses feeding biomassa:

1. Biomassa yang digunakan merupakan jenis *woodchip* yaitu berupa potongan atau serpihan kayu berukuran 5 mm – 50 mm.
2. Biomassa di angkut menuju *belt conveyor* dengan truck hopper mulai pukul 07.00 – 19.00 dan dengan eskavator mulai pukul 19.00 – 07.00 WIB
3. Proses penyimpanan batu bara
 - a) Batu bara di angkut oleh HP01 (*hopper 01*) menuju *coal silo* dengan bantuan *belt conveyor* dan di control oleh S1PC – S6PC (*speed controller/pressure controller*).
 - b) Setelah batu bara berada di *coal silo*, selanjutnya batu bara di angkut dengan *belt conveyor* (B11/21BC – B14/24BC) menuju *coal crusher* untuk di hancurkan.
4. Proses penyimpanan biomassa
Biomassa berupa *woodchip* juga di angkut dari HP02 (*hopper 02*) melalui *belt conveyor* (B11/21BC – B14/24BC) menuju *coal crusher* untuk di hancurkan.
5. Proses *mixing*, proses *mixing* terjadi pada tahap penghancuran bahan baku di *coal crusher* dimana batu bara dan biomassa di hancurkan secara bersamaan di *coal crusher*.
6. Setelah terjadi proses *mixing* di *coal crusher* selanjutnya bahan bakar berupa batu bara dan biomassa di transfer menuju *bangker* melalui *belt elevator* (B14/24BC) untuk disimpan sementara sebelum digunakan sebagai bahan bakar.
7. Untuk menuju boiler (ruang pembakaran) maka bahan bakar akan di angkut dari *coal bangker* menuju boiler menggunakan *chain conveyor* (B16/26CC – B18/28CC)

Hasil Uji Laboratorium

Pengukuran udara emisi triwulan III di laksanakan pada bulan Juli, Agustus, September, dengan 10 parameter yang di uji sampel nya oleh pihak syslab PT X. Pada unit 4 bulan September tidak dilaksanakan pengecekan udara emisi dikareakan pada bulan tersebut unit 3 sedang tidak beroperasi yang di sebabkan oleh *overhaul*. Berikut adalah tabel hasil uji udara emisi unit 3 PT. X:

Tabel 2. Hasil Pengukuran Kualitas Udara Emisi Unit 3 Periode Triwulan III 2024

**KUALITAS UDARA EMISI GAS BUANG CEROBONG
UNIT 3 & 4 DI PT. X**

Parameter	Satuan	Data Emisi			Baku mutu
		Juli	Agus	Sept	
Partikulat (PM)	mg/Nm ³	25	19	0	160
SO ₂	mg/Nm ³	314	240	0	530
NO _x	mg/Nm ³	227	171	0	350
Merkuri (Hg)	mg/Nm ³	0,005	0,005	0	0,01
Seng (Zn)	mg/Nm ³	0,006	0,006	0	25
Timbal (Pb)	mg/Nm ³	0,05	0,05	0	6
Ammonia (NH ₃)	mg/Nm ³	0,26	0,11	0	0,5
Gas Klorin (Cl ₂)	mg/Nm ³	0,17	0,22	0	10
Hidrogen Klorida (HCl)	mg/Nm ³	0,08	2,36	0	5
Opasitas	%	20	20	0	30

Tabel 3. Hasil Pengukuran Kualitas Udara Emisi Unit 4 Periode Triwulan III 2024

Parameter	Satuan	Data Emisi			Baku Mutu
		Juli	Agus	Sept	
Partikulat (PM)	mg/Nm ³	24	18	11	160
SO ₂	mg/Nm ³	289	210	317	530
NO _x	mg/Nm ³	254	229	246	350
Merkuri (Hg)	mg/Nm ³	0,005	0,005	0,005	0,01
Seng (Zn)	mg/Nm ³	0,006	0,006	0,006	25
Timbal (Pb)	mg/Nm ³	0,05	0,05	0,05	6

Lanjutan Tabel 4.3

Parameter	Satuan	Data Emisi			Satuan
		Juli	Agus	Sept	
Ammonia (NH ₃)	mg/Nm ³	0,15	0,18	0,21	0,5
Gas Klorin (Cl ₂)	mg/Nm ³	0,09	0,18	0,04	10
Hidrogen Klorida (HCl)	mg/Nm ³	0,06	2,44	1,46	5
Opasitas	%	20	20	20	30

Pengukuran udara emisi triwulan IV di laksanakan pada bulan Oktober, November, dan Desember dengan 10 parameter yang di uji sampel nya oleh pihak systab PT. X. Berikut adalah tabel hasil uji udara emisi unit 3 PT. X:

Tabel 4. Hasil Pengukuran Kualitas Udara Emisi Unit 3 Periode Triwulan IV 2024

Parameter	Satuan	Data Emisi			Baku Mutu
		Okt	Nov	Des	
Partikulat (PM)	mg/Nm ³	20	35	27	160
SO ₂	mg/Nm ³	48	88	89	530
NO _x	mg/Nm ³	101	142	292	350
Merkuri (Hg)	mg/Nm ³	0,005	0,005	0,005	0,01
Seng (Zn)	mg/Nm ³	0,009	0,015	0,021	25
Timbal (Pb)	mg/Nm ³	0,05	0,05	0,05	6
Ammonia (NH ₃)	mg/Nm ³	0,12	0,18	0,07	0,5
Gas Klorin (Cl ₂)	mg/Nm ³	0,04	0,4	0,19	10
Hidrogen Klorida (HCl)	mg/Nm ³	2,29	0,09	2,28	5
Opasitas	%	20	20	20	30

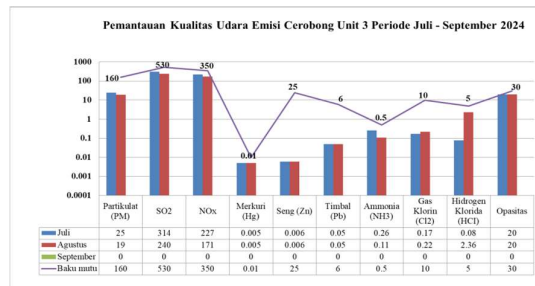
Tabel 5. Hasil Pengukuran Kualitas Udara Emisi Unit 4 Periode Triwulan IV 2024

Parameter	Satuan	Satuan			Baku Mutu
		Okt	Nov	Des	
Partikulat (PM)	mg/Nm ³	20	26	29	160
SO ₂	mg/Nm ³	89	74	114	530
NO _x	mg/Nm ³	224	23	330	350
Merkuri (Hg)	mg/Nm ³	0,005	0,005	0,005	0,01
Seng (Zn)	mg/Nm ³	0,006	0,007	0,033	25
Timbal (Pb)	mg/Nm ³	0,5	0,5	0,5	6
Ammonia (NH ₃)	mg/Nm ³	0,34	0,36	0,03	0,5
Gas Klorin (Cl ₂)	mg/Nm ³	0,04	0,31	0,33	10
Hidrogen Klorida (HCl)	mg/Nm ³	0,3	0,13	2,18	5
Opasitas	%	20	20	20	30

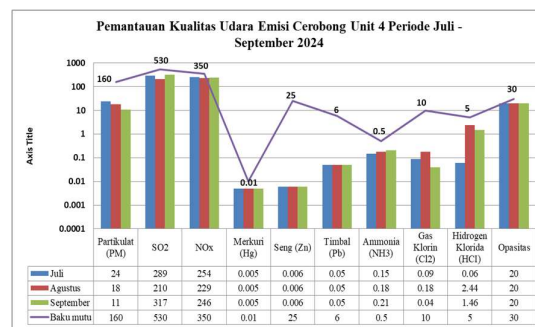
Pada Triwulan III dan IV terdapat 10 Parameter yang di uji berdasarkan Surat Kelayakan Operasi PT. X Nomer : 15/PPKL/PPU/PKL.3/6/2023 yang merujuk kepada Baku Mutu emisi sesuai PerMen No.11 Tahun 2019 Lampiran 1A. Kebijakan ini mulai di lakukan pada bulan Juli 2024. Untuk pengecekan udara emisi PT. X pada triwulan di tahun–tahun berikutnya akan merujuk pada SLO. 15/PPKL/PPU/PKL.3/6/2023, kebijakan ini di ambil agar udara emisi pada PT. X yang dilepas ke udara ambien sudah teruji kelayakannya.

Kualitas Udara Emisi Unit 3 Dan 4 Periode Triwulan III 2024

Untuk mengetahui kondisi kualitas udara emisi yang dihasilkan dari cerobong Unit 3 dan Unit 4, telah dilakukan pemantauan laboratorium secara berkala pada periode Triwulan III tahun 2024. Hasil pengujian ini disajikan dalam bentuk diagram yang menggambarkan konsentrasi berbagai parameter pencemar udara, seperti SO₂, NO₂, partikulat, dan parameter lainnya. Diagram pertama menunjukkan hasil pemantauan kualitas udara emisi cerobong Unit 3 selama bulan Juli hingga September 2024, sementara diagram kedua menyajikan data serupa untuk cerobong Unit 4 pada periode yang sama. Data ini menjadi dasar evaluasi kinerja sistem pengendalian polusi udara serta kesesuaiannya terhadap baku mutu emisi yang berlaku.



Gambar 1. Diagram Pemantauan Kualitas Udara Emisi Cerobong Unit 3 Periode Juli – September 2024



Gambar 2. Diagram Pemantauan Kualitas Udara Emisi Cerobong Unit 4 Periode Juli – September 2024

Dari grafik pemantauan kualitas udara emisi cerobong unit 3 dan unit 4 periode Juli – September 2024, terdapat perbedaan yang signifikan dalam hasil pengukuran terutama

pada unit 3 tepat nya dibulan September. Terlihat bahwa pada bulan September tidak ada emisi yang terdeteksi, hal ini di sebabkan oleh tidak beroprasinya unit 3 pada bulan tersebut. Hal ini dapat dikonfirmasi dengan nilai nol pada semua parameter polutan seperti partikulat, SO₂, NO_x, dan parameter lainnya, yang menunjukkan tidak adanya aktivitas produksi yang menghasilkan emisi. Sedangkan, pada unit 4 data menunjukkan bahwa emisi masih terdeteksi pada bulan September dengan konsentrasi polutan yang bervariasi. Pada unit 4 jauh lebih banyak terjadi tingkat penurunan dan peningkatan kadar emisi perbulannya.

Berdasarkan grafik Gambar 1 dan grafik Gambar 2 hasil pemantauan kualitas udara emisi cerobong unit 3 dan 4 triwulan III terdapat kenaikan dan penurunan yang cukup variatif setiap parameter nya, parameter yang menghasilkan angka emisi paling tinggi adalah SO₂ dan NO_x. Namun dari grafik tersebut bisa di tarik kesimpulan bahwasanya tidak ada parameter dari unit 3 maupun unit 4 yang menghasilkan emisi melebihi standar baku mutu emisi dimana baku mutu emisi tersebut tertuang dalam PerMen LH Nomer. 15 Tahun 2019 dan SLO.15/PPLK/PPU/PKL.3/6/2023.

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa pada unit 3 & unit 4 terdapat penurunan yang signifikan pada beberapa parameter, seperti Parameter pada unit 3:

1. Partikulat (PM): pada bulan juli partikulat mencapai angka 25 mg/Nm³, lalu turun pada bulan agustus dengan angka 19 mg/Nm³, sedangkan pada bulan September dengan nilai nol yang di sebab kan unit tidak beroprasi pada bulan tersebut.
 2. SO₂ : pada parameter SO₂ pada bulan juli terdeteksi dengan angka yang cukup besar yaitu 314 mg/Nm³, lalu turun menjadi 240 mg/Nm³ pada bulan Agustus dan nol pada bulan September.
 3. NO_x : pada bulan juli parameter NO_x berada pada angka 227 mg/Nm³, dan turun menjadi 171 mg/Nm³.
 4. Lalu terdapat angka emisi stabil pada bulan juli dan agustus dimana parameter merkuri (Hg) pada angka 0,005 mg/Nm³, lalu Seng (Zn) pada angka 0,006, dan Timbal (Pb) dengan angka 0,05 mg/Nm³.
 5. Ammoniak (NH₃): pada bulan juli berada di angka 0,26 mg/Nm³, dan agustus turun menjadi 0,11 mg/Nm³
 6. Gas Klorin (Cl₂): pada bulan juli berada di angka 0,17 mg/Nm³, dan agustus mengalami kenaikan di angka 0,22 mg/Nm³.
 7. Hydrogen Klorida (HCl): pada bulan juli berada pada angka 0,08 dan mengalami kenaikan cukup tinggi pada bulan agustus dengan angka 2,28 mg/Nm³.
 8. Opasitas : Stabil berada di angka 20 %
- Pada unit 4 jauh lebih banyak terjadi tingkat peningkatan kadar emisi perbulannya, berdasarkan grafik kualitas udara emisi pada unit 4 di dapatkan hasil peningkatan dan penurunan sebagai berikut.

1. Partikulat (PM): terjadi penurunan yang signifikan dimana pada bulan juli partikulat berada di angka 24 mg/Nm³, lalu turun pada angka 18 mg/Nm³ pada bulan Agustus dan turun kembali pada bulan September dengan angka 11 mg/Nm³.
2. SO₂: mengalami penurunan dan kenaikan dimana pada bulan juli berada pada angka 289 mg/Nm³, lalu turun menjadi 210 mg/Nm³ pada bulan Agustus, dan meningkan kembali dengan peningkatan cukup tinggi yaitu pada angka 310 mg/Nm³.

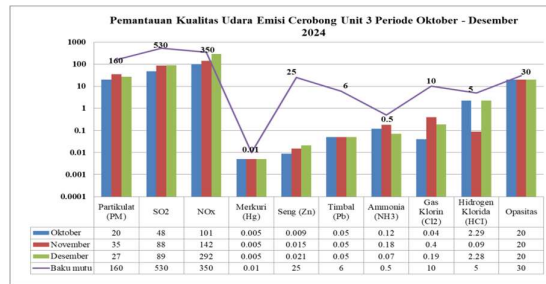
3. NO_x : mengalami penurunan pada setiap bulannya dengan angka 251 mg/Nm^3 , 229 mg/Nm^3 , dan 216 mg/Nm^3 .
4. Lalu terdapat angka emisi stabil pada bulan juli dan agustus dimana parameter merkuri (Hg) pada angka $0,005 \text{ mg/Nm}^3$, lalu Seng (Zn) pada angka $0,006$, dan Timbal (Pb) dengan angka $0,05 \text{ mg/Nm}^3$.
5. Ammoniak (NH_3): terjadi kenaikan emisi secara signifikan setiap bulannya yaitu pada angka $0,15 \text{ mg/Nm}^3$, $0,18 \text{ mg/Nm}^3$, dan $0,21 \text{ mg/Nm}^3$.
6. Gas Klorin (Cl_2): pada bulan juli berada pada angka $0,09 \text{ mg/Nm}^3$, lalu meningkat pada bulan agustus dengan angka $0,18 \text{ mg/Nm}^3$, dan mengalami penurunan kembali pada bulan September dengan angka $0,01 \text{ mg/Nm}^3$.
7. Hydrogen Klorida (HCl): pada juli berada pada angka $0,06 \text{ mg/Nm}^3$, lalu mengalami kenaikan hingga mencapai angka $2,41 \text{ mg/Nm}^3$ dibulan agustus, dan turun kembali pada angka $1,46 \text{ mg/Nm}^3$ di bulan September.
8. Opasitas : Stabil berada di angka 20 %

Berdasarkan diagram gambar 1 dan diagram gambar 2 hasil pemantauan kualitas udara emisi cerobong unit 3 dan 4 triwulan III terdapat peningkatan dan penurunan yang cukup variatif pada setiap parameter nya, namun dari grafik tersebut bisa di tarik kesimpulan bahwasanya tidak ada parameter dari unit 3 maupun unit 4 yang menghasilkan emisi melebihi baku mutu emisi yang tertuang dalam PerMen LH Nomer.15 Tahun 2019 lampiran 1A dan SLO.15/PPLK/PPU/PKL.3/6/2023.

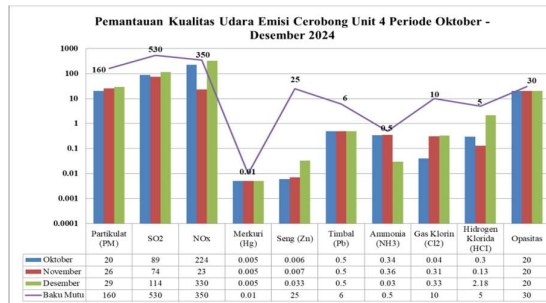
Untuk tingkat pencemaran udara pada triwulan III ini masih dalam kondisi yang aman dan dapat di kendalikan karena masih dibawah standar baku mutu emisi. Namun, terdapat indikasi bahwa cerobong unit 4 dapat menyebabkan tingkat pencemaran yang lebih besar hal ini di sebabkan oleh kegiatan produksi yang dilakukan pada unit 4 periode Juli – September terlaksana secara maksimal, sedangkan pada unit 3 hanya beroperasi pada bulan Juli dan Agustus saja.

Kualitas Udara Emisi Unit 3 Dan 4 Periode Triwulan IV 2024

Sebagai kelanjutan dari pemantauan kualitas udara emisi cerobong, dilakukan kembali pengujian laboratorium untuk Unit 3 dan Unit 4 pada Triwulan IV tahun 2024. Pengukuran ini bertujuan untuk memantau kestabilan sistem pengendalian emisi pada periode Oktober hingga Desember 2024. Hasil pemantauan tersebut disajikan dalam bentuk diagram, yang menggambarkan konsentrasi beberapa parameter pencemar utama, seperti SO_2 , NO_2 , partikulat, debu, serta parameter pendukung lainnya. Diagram pertama memperlihatkan hasil pemantauan emisi cerobong Unit 3, sementara diagram kedua menunjukkan hasil untuk cerobong Unit 4 pada periode yang sama. Data ini penting sebagai bahan evaluasi kinerja operasional serta tingkat kepatuhan terhadap baku mutu lingkungan yang berlaku.



Gambar 3. Diagram Pemantauan Kualitas Udara Emisi Cerobong Unit 3 Periode Oktober – Desember 2024



Gambar 4. Diagram Pemantauan Kualitas Udara Emisi Cerobong Unit 4 Periode Oktober – Desember 2024

Diagram diatas merupakan hasil pengukuran kualitas emisi udara cerobong unit 3 dan 4, dari data diatas dihasilkan pengukuran untuk seluruh parameter memiliki nilai hasil uji yang berada di bawah standar baku mutu emisi udara yang dipersyaratkan regulasi. Pengukuran selama periode triwulan IV 2024 ini dilakukan rutin setiap bulan, yang bertujuan untuk mengetahui kondisi emisi yang dihasilkan dari proses pembakaran batubara di unit 3 dan 4.

Terlihat dari dua diagram di atas bahwa terjadi peningkatan emisi yang cukup signifikan pada beberapa parameter seperti Partikulat (PM), SO₂, NO_x, Seng (Zn) dan Hidrogen Klorida (HCl). Pada diagram tersebut terdapat peningkatan dan penurunan angka emisi pada unit 3 dan 4 dalam periode oktober – desember. Peningkatan dan penurunan kadar emisi pada setiap parameter unit 3 dalam periode Oktober - Desember adalah sebagai berikut:

1. Partikulat (PM) : Mengalami peningkatan dan penurunan kadar emisi dengan angka 20 mg/Nm³ pada bulan Oktober, dan mengalami peningkatan 35 mg/Nm³ pada bulan November, lalu turu kembali pada bulan Desember dengan angka 27 mg/Nm³.
2. SO₂ : terjadi peningkatan setiap bulannya dengan angka 48 mg/Nm³, 88 mg/Nm³, dan 89 mg/Nm³.
3. NO_x : terjadi peningkatan setiap bulannya dengan angka 101 mg/Nm³, 142 mg/Nm³, dan 292 mg/Nm³.
4. Merkuri (Hg) dan Timbal (Pb) berada pada angka stabil dan tetap yaitu pada angka 0,005 dan 0,05.

5. Seng (Zn) : terdapat peningkatan setiap bulannya pada parameter ini yaitu dengan angka, 0,009 mg/Nm³, 0,015 mg/Nm³, dan 0,021 mg/Nm³.
6. Ammoniak (NH₃) : berada di angka 0,012 mg/Nm³ pada bulan oktober, lalu mengalami kenaikan mencapai angka 0,018 mg/Nm³ pada bulan November, lalu kembali menurun pada angka 0,009 mg/Nm³ pada bulan Desember.
7. Gas Klorin (Cl₂) : pada parameter gas klorin terjadi peningkatan emisi setiap bulannya dengan angka 0,004 mg/Nm³, 0,4 mg/Nm³, dan 0,19 mg/Nm³.
8. Hidrogen Klorida (HCl) : mencapai angka 2,28 mg/Nm³ pada bulan oktober, lalu mengalami penurunan menjadi 0,09 mg/Nm³ pada bulan November, dan naik kembali pada bulan desember dengan angka 0,28 mg/Nm³, dimana angka bulan desember hanya berbeda 1 angka dengan bulan oktober.
9. Opasitas : Stabil berada di angka 20 %
Peningkatan dan menurunan emisi pada setiap parameter yang di uji pada unit 4 periode Oktober – Desember 2024 sebagai berikut:

1. Partikulat (PM): mengalami peningkatan pada setiap bulannya yaitu dengan angka 0,20 mg/Nm³, 0,26 mg/Nm³, dan 0,29 mg/Nm³.
2. SO₂ : pada bulan oktober angka emisi mencapai 89 mg/Nm³, lalu turun pada bulan November dengan angka 74 mg/Nm³, dan meningkat kembali dengan angka 114 mg/Nm³ pada bulan Desember.
3. NO_x : berada di angka 223 mg/Nm³ pada bulan oktober, dan mengalami penurunan yang cukup tinggi pada bulan November mencapai angka 23 mg/Nm³, sebelum akhirnya meningkat kembali dengan angka 330 pada bulan desember yang hampir mencapai angka baku mutu.
4. Merkuri (Hg) dan Timbal (Pb) berada pada angka stabil dan tetap yaitu pada angka 0,005 dan 0,05.
5. Seng (Zn) : meningkat setiap bulannya dengan angka 0.006 mg/Nm³, 0,007 mg/Nm³, dan 0,033 mg/Nm³.
6. Ammoniak (NH₃) : stabil pada bulan Oktober dan November dengan angka 0,34 mg/Nm³ dan 0,36 mg/Nm³, lalu turun menjadi 0,03 pada bulan desember.
7. Gas Klorin (Cl₂): pada parameter gas klorin terjadi peningkatan emisi setiap bulannya dengan angka 0,04 mg/Nm³, 0,31 mg/Nm³, dan 0,33 mg/Nm³.
8. Hidrogen Klorida (HCl): pada parameter gas klorin terjadi peningkatan emisi setiap bulannya dengan angka 0,04 mg/Nm³, 0,13 mg/Nm³, dan 2,18 mg/Nm³.
9. Opasitas : Stabil berada di angka 20 %

Dari diagram di atas dapat disimpulkan bahwa emisi udara yang di dihasilkan oleh setiap parameter periode Oktober – Desember 2024 masih mengalami angka peningkatan dan penurunan kadar emisi yang cukup bervariasi, namun kadar emisi tersebut masih berada di bawah standar baku mutu emisi yang terlampir dalam PerMen LH Nomer. 15 Tahun 2019 Lampiran 1A dan SLO.No.15/PPKL/PPU/PKL.3/6/2023, dan hal ini menjadi pedoman bahwasanya udara emisi yang di lepaskan ke dalam udara ambient dengan kadar emisi di bawah standar baku mutu masih termasuk dalam kategori aman dan dapat di kendalikan.

Kualitas Udara Emisi Cerobong Unit 3 Dan 4 Dilihat Dari Rata – Rata Selama 6 Bulan

Untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai kondisi kualitas udara emisi yang dihasilkan dari cerobong Unit 3 dan Unit 4, dilakukan analisis berdasarkan nilai rata-rata emisi selama periode enam bulan. Pendekatan ini digunakan agar variasi bulanan yang dapat dipengaruhi oleh faktor operasional, beban pembangkit, serta kondisi cuaca dapat terakomodasi dengan baik sehingga hasil evaluasi lebih stabil dan representatif.

Perhitungan rata-rata ini dilakukan untuk setiap parameter pencemar udara, seperti SO₂, NO₂, partikulat, dan parameter lainnya yang dipantau secara rutin. Nilai rata-rata tersebut kemudian dibandingkan dengan baku mutu emisi yang telah ditetapkan dalam regulasi lingkungan hidup. Perbandingan ini bertujuan untuk memastikan bahwa kegiatan operasional pembangkit tetap berada dalam batas emisi yang diizinkan serta mendukung upaya pengendalian pencemaran udara. Hasil analisis rata-rata enam bulan per parameter emisi selanjutnya digunakan sebagai dasar penilaian kinerja sistem pengendalian emisi dan sebagai acuan dalam menentukan langkah perbaikan apabila ditemukan nilai yang mendekati atau melampaui ambang batas baku mutu.

Rumus Perhitungan Rata – Rata

Perhitungan nilai rata-rata emisi dilakukan untuk menentukan besaran emisi tiap parameter selama enam bulan pengamatan. Nilai rata-rata ini diperoleh dengan menjumlahkan total emisi setiap bulan untuk masing-masing parameter, kemudian membaginya dengan jumlah bulan pengamatan. Rumus perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$R = \frac{\sum E}{n}$$

Keterangan :

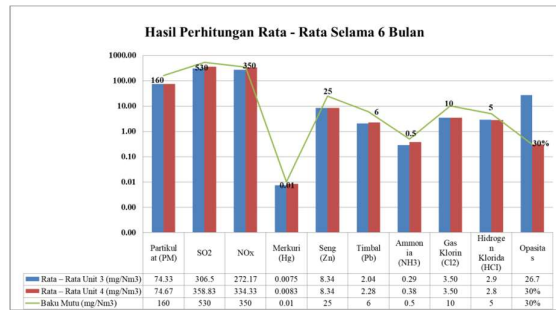
R = Rata-Rata Emisi Per Parameter Dalam 6 Bulan

E = Total Emisi Per Parameter Dalam Setiap Bulan

n = Jumlah Bulan (6 Bulan)

**KUALITAS UDARA EMISI GAS BUANG CEROBONG
UNIT 3 & 4 DI PT. X**

Parameter	Rata – Rata Unit 3 (mg/Nm ³)	Rata – Rata Unit 4 (mg/Nm ³)	Baku Mutu (mg/Nm ³)
Partikulat (PM)	74,3	74,67	160
SO ₂	306,5	358,83	530
NO _x	272,17	334,33	350
Merkuri (Hg)	0,0075	0,0083	0,01
Seng (Zn)	8,34	8,34	25
Timbal (Pb)	2,04	2,28	6
Ammonia (NH ₃)	0,29	0,38	0,5
Gas Klorin (Cl ₂)	3,50	3,50	10
Hidrogen Klorida (HCl)	2,9	2,8	5
Opasitas	26,7	30%	30%



Gambar 5. Diagram dan Tabel Perhitungan Rata – Rata Selama 6 Bulan

Namun, dari diagram tersebut dapat juga kita lihat bahwasanya potensi penghasil emisi terbesar ada pada unit 4 pada parameter NO_x dimana kadar emisinya pada bulan desember mencapai angka 358,83 mg/Nm³ yang hampir mencapai angka baku mutu yaitu 350 mg/Nm³. Hal ini tentu harus menjadi hal yang lebih di perhatikan lagi agar kedepannya kadar emisi pada unit 3 dan 4 dapat lebih terkendali dan tetap berada di bawah standar baku mutu sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomer 15 Tahun 2019 Lampiran 1A dan SLO No. 15/PPKL/PPU/PKL.3/6/2023. Secara keseluruhan kualitas udara emisi gas buang cerobong unit 3 dan 4 masih termasuk dalam kategori aman dan dapat di kendalikan karena angka kadar emisinya masih berada di bawah standar baku mutu yang diatur dalam PerMen LH Nomer. 15 Tahun 2019 Lampiran 1A dan Surat Kelayakan Oprasional Nomor 15/PPKL/PPU/PKL.3/6/2023. Seluruh data hasil uji udara emisi ini di lakukan setiap satu bulan sekali untuk memantau peningkatan dan penurunan kadar emisi di unit 3 dan 4. Pengujian dengan waktu satu kali dalam satu bulan ini juga bertujuan untuk mengganti data pemantauan CEMS, hal ini disebabkan oleh terjadinya kerusakan pada alat pemantau emisi CEMS (*Continuous Emission Monitoring Systems*). Peningkatan dan penurunan angka parameter udara emisi gas buang cerobong unit 3 dan 4 dapat dipengaruhi oleh faktor meteorologi, dan kualitas bahan bakar yang digunakan pada masa oprasional.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di PT. X mengenai kualitas udara emisi dari gas buang cerobong unit 3 dan 4, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Metode Pengujian Emisi: Pengujian emisi yang dilakukan telah sesuai dengan standar nasional Indonesia dan metode yang berlaku secara nasional maupun internasional. Pengujian ini dilakukan oleh PT. X dan dianalisis lebih lanjut di PT. X.
2. Kualitas Emisi Udara: Hasil pemantauan selama triwulan III dan IV tahun 2024 menunjukkan bahwa kadar emisi yang dihasilkan oleh cerobong unit 3 dan 4 masih berada di bawah standar baku mutu yang ditetapkan dalam PerMen LH No. 15 Tahun 2019 dan Surat Kelayakan Operasional PT. X.
3. Potensi Pencemaran Udara: Secara keseluruhan, emisi gas buang dari unit 3 dan 4 masih berada dalam kategori aman dan dapat dikendalikan. Namun, terdapat beberapa parameter yang mendekati ambang batas, seperti NO_x pada unit 4 yang hampir mencapai batas baku mutu 350 mg/Nm³ pada bulan Desember.

DAFTAR REFERENSI

- Amiroh, K., Permata, O. A., & Rahmanti, F. Z. (2019). *Analisis Kualitas Udara untuk Monitoring Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit*. Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan, 4(1), 29-36.
- Cahyono, T. *Penyehatan Udara*. Edited by Erang Risanto. 1st ed. Yogyakarta: Penerbit ANDI, 2017.
- Fifianah, M., & Amalia, A. (2024). *Analisis Pengaruh Faktor Meteorologi Terhadap Konsentrasi Gas SO₂ dan NO₂ dari Cerobong Ketel Pabrik Gula X: Analysis of the Influence of Meteorological Factors on SO₂ and NO₂ Gas Concentrations from the Boiler Chimney of Sugar Factory*. Media Ilmiah Teknik Lingkungan (MITL), 9(2), 70-76.
- Ginting, D. B., Santosa, I., & Trigunarso, S. I. (2022). *Pengaruh suhu, kelembaban dan kecepatan angin air conditioner (AC) terhadap jumlah angka kuman udara ruangan*. Jurnal Analis Kesehatan, 11(1), 44-50.
- Indrawati, A., and D. A. Tanti. "Analisis Komposisi Kimia Dari Deposisi Basah dan Kering di Ciater dan Padalarang." Prosiding Seminar Nasional Sains Atmosfer Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional., 2013.
- Kurniadi. (2018). *Rancang Bangun Alat Pembuat Peta Konsentrasi Gas CO (CO) pada Unmanned Aerial Vehicle*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Maula, G. M. (2024). *Efektivitas Implementasi Kebijakan Pengendalian Pencemaran Udara di Indonesia*. Savana: Indonesian Journal of Natural Resources and Environmental Law, 1(02), 145-159.
- Mukono, H. *Aspek Kesehatan Pencemaran Udara*. Surabaya: Pusat Penerbitan dan Percetakan Unair, 2011
- Nugroho, E. S. (2009). *Analisis Kualitas Udara di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) Tahun 2002-2008 Sebagai Sumber Belajar Siswa Kelas VII SLTP/MTs*. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- Pamungkas, T. G. (2024). *Analisis Penerapan Sanksi Pidana Terhadap Korporasi Sebagai Pelaku Pencemaran Udara (Studi Putusan Nomor: 547/Pid. Sus/2014/PN. Bls)*. (Doctoral dissertation, Universitas Islam Sultan Agung Semarang).
- Peraturan Pemerintah (PP) No. 22 Tahun 2021 Pasal 1 Ayat 49 *Tentang Pengertian Pencemaran Udara*.
- Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 22 Tahun 2021 *tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*.
- Peraturan Menteri LHK No.15 Tahun 2019. *Tentang baku mutu emisi Pembangkit Listrik Tenaga Termal*.
- Peraturan Menteri Nomor. 11 Tahun 2021. *Tentang baku mutu emisi mesin dengan pembakaran dalam*.
- Puspitasari, R. D., & Fauziah, S. *Faktor Risiko Pencemaran Udara Terhadap Kesehatan Di Indonesia*.
- Rezlya, F. S. (2022). *Analisis pH Dan Konduktivitas Air Hujan Terhadap Kualitas Udara Selama 2019-2021 Di Wilayah Bandar Lampung* (Doctoral dissertation, Uin Raden Intan Lampung).
- Saidal Siburian, M M, and M Mar. 2020. *Pencemaran Udara Dan Emisi Gas Rumah Kaca*. Kreasi Cendekia Pustaka
- Trisnanti, S. P., Yantidewi, M., & Deta, U. A. (2023). *Analisis Bibliometrik Sistem Pengukuran Kadar Karbon Monoksida (CO) Menggunakan Drone pada Rentang Tahun 2011-2021*. Jurnal Kolaboratif Sains, 6 (7), 895-906.