

# Evaluasi Kualitas Udara Emisi Gas Buang/Ambien di PLTD Kahayan Baru

Boin Rolando Sidabutar<sup>1</sup>, Ety Kurniati<sup>2</sup>, Kadek Ayu Cintya Adelia<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Fisika, Universitas Palangka Raya, Palangka Raya, Indonesia

Email korespondensi: [etykurniati@mipa.upr.ac.id](mailto:etykurniati@mipa.upr.ac.id)

## Abstrak

Proses pembakaran dapat memberikan dampak negatif pada kualitas udara di sekitar kita ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ , CO dan TSP/Debu). Hal ini ditentukan persentase kadar sulfur yang terdapat pada bahan bakar yang digunakan dalam proses pembakaran. Selain itu pembakaran yang tidak sempurna menjadi penyebab kualitas udara menurun. Faktor penyebab kualitas emisi yakni pengoperasian mesin pembangkit dan kualitas bahan bakar. Kualitas udara yang dipantau dalam pemantauan lingkungan ini yakni kualitas udara ambien yang dipengaruhi oleh pengoperasian unit pelayanan PLTD Kahayan Baru. Parameter kualitas udara emisi sumber tidak bergerak Nitrogen Dioksida ( $\text{NO}_2$ ), Sulfur Dioksida ( $\text{SO}_2$ ), Carbon Monoksida ( $\text{CO}_2$ ) dan TSP keseluruhannya berada di bawah ambang batas baku mutu yang diperlukan menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No 15 Tahun 2019 tentang Baku Mutu Emisi Pembangkit Listrik Tenaga Termal (PLTD/ULD-Genset-Minyak Solar).

### Masuk:

24 Februari 2023

### Diterima:

18 Maret 2023

### Diterbitkan:

20 Maret 2023

### Kata kunci:

Ambien, PLTD,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ , CO<sub>2</sub>, TSP, Kualitas Udara, Emisi

## 1. Pendahuluan

Sektor kelistrikan merupakan salah satu sektor ekonomi yang memiliki peran penting dalam pembangunan suatu negara. Peran yang dimaksud yakni sebagai sarana yang memfasilitasi pembangunan pada sektor ekonomi lainnya dan sebagai faktor yang dapat memenuhi kebutuhan manusia sehari-hari. Kebutuhan dalam sektor kelistrikan ini ke depannya akan meningkat seiring dengan perkembangan dan peningkatan jumlah penduduk dan juga jumlah investasi pada berbagai industri baru. Konsumsi listrik mempunyai peran penting dalam perekonomian karena listrik menjadi sektor dasar untuk mencapai tujuan pembangunan di Indonesia [1]. Seiring dengan peningkatan kebutuhan energi listrik pada suatu wilayah maka diperlukan perencanaan. Perencanaan kebutuhan energi listrik tidak saja diperlukan sebagai data masukan bagi proses perencanaan pembangunan suatu sistem kelistrikan, tetapi juga diperlukan untuk pengoperasian sistem tenaga listrik dalam penyediaan energi sesuai dengan kebutuhan [2].

Pembangkit tenaga listrik memiliki karakteristik salah satunya yakni ditunjukkan melalui kurva masukan keluarannya. Kurva masukan keluaran menggambarkan besarnya masukan yang harus diberikan pada pembangkit listrik sebagai fungsi dari keluarannya [3]. Untuk pembangkit listrik termal masukannya bahan bakar dengan keluaran daya yang dibangkitkan.

Pada umumnya pembangkitan tenaga listrik dilakukan dengan cara memutar generator sinkron sehingga diperoleh tenaga listrik dengan tegangan bolak balik tiga fasa. Energi mekanik yang diperlukan dalam memutar generator diperoleh dari mesin penggerak generator atau penggerak pemula (*prime mover*). Mesin penggerak yang banyak digunakan dalam praktik diantaranya mesin diesel, turbin uap, turbin air dan turbin gas. Energi mesin penggerak diperoleh dari proses pembakaran bahan bakar (mesin-mesin termal) dan turbin [4].

Proses pembakaran dapat memberikan dampak negatif pada kualitas udara di sekitar ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ , CO<sub>2</sub> dan TSP/Debu). Pencemaran udara dapat dikatakan sebagai masuknya atau dimasukannya suatu energi, zat dan komponen lain ke dalam udara ambien akibat dari kegiatan manusia, sehingga mutu udara ambien turun hingga ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya [5]. Hal ini ditentukan persentase kadar sulfur yang terdapat pada bahan bakar yang digunakan dalam proses pembakaran. Selain itu pembakaran yang tidak sempurna menjadi penyebab kualitas udara menurun. Penggunaan mesin diesel menghasilkan emisi yang perlu dipertimbangkan oleh pembangkit listrik negara (PLN) agar tetap patuh terhadap peraturan yang berlaku di Indonesia dan perlu dilakukan perencanaan yang baik serta memperhatikan segala aspek pada masa kini dan masa mendatang. Pada masa mendatang nilai-nilai pemenuhan kebutuhan energi berdasarkan pada nilai ekonomis, efisien dan rendah emisi CO<sub>2</sub> serta sesuai dengan peraturan yang dikeluarkan oleh pemerintah dalam Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KEMENLHK) [6].

Peningkatan aktivitas yang dilakukan oleh PT. PLN (Persero) ULPLTD Tambun Bungai Unit PLTD (Pembangkit Listrik Tenaga Diesel) Kahayan Baru kota Palangka Raya perlu ditinjau kualitas udara ambien akibat proses pembakaran dan emisi akibat penggunaan mesin diesel. Kualitas udara ambien yang dipantau berasal dari emisi cerobong pembangkit listrik dan aktivitas lain di sekitar PLTD. Sedangkan faktor penyebab kualitas emisi yakni pengoperasian mesin pembangkit dan kualitas bahan bakar. PLTD Kahayan Baru melakukan operasi secara *stand by* sesuai arahan AP2B (Area Penyalur dan Pengaturan Beban) yang bertujuan untuk meningkatkan tegangan apabila mengalami penurunan, pemeliharaan mesin dan alat-alat keamanan lainnya. Namun dalam pengoperasiannya tentu saja memberi dampak bagi lingkungan dan masyarakat sekitar.

Udara sudah tercemar apabila terjadi penambahan gas-gas lain yang menimbulkan gangguan serta perubahan komposisi tersebut [7]. Pencemaran udara adalah masuk atau dimasukkan zat, energi, dan/atau komponen lainnya ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia sehingga melampaui Baku Mutu Udara Ambien yang telah ditetapkan, Baku mutu ambien adalah nilai pencemaran udara yang ditenggang keberadaannya dalam udara ambien (Peraturan Pemerintah No.22 Tahun 2021) [8]. Udara ambien adalah udara bebas di permukaan bumi pada lapisan troposfer (lapisan udara setebal 16 km dari permukaan bumi) yang berada di dalam wilayah yurisdiksi Republik Indonesia yang dibutuhkan dan mempengaruhi kesehatan manusia, mahluk hidup dan unsur lingkungan hidup lainnya. Baku mutu udara ambien nasional ditetapkan sebagai batas maksimum mutu udara ambien untuk mencegah terjadinya pencemaran udara [9]. Kualitas udara yang dipantau dalam pemantauan lingkungan ini yakni kualitas udara ambien yang dipengaruhi oleh pengoperasian unit pelayanan PLTD Kahayan Baru. Kualitas udara dalam area PLTD yang buruk akan mempengaruhi kesehatan karyawan dan masyarakat yang tinggal di sekitar lingkungan PLTD. Untuk mengetahui seberapa pengaruh kualitas udara di area PLTD, maka perlu dilakukan pengukuran kualitas udara di sekitar PLTD agar karyawan dan masyarakat sekitar PLTD tidak mengalami gangguan kesehatan akibat mesin PLTD yang beroperasi. Seseorang yang terpajan oleh gas polutan udara ambien yang semakin lama dan terus menerus, maka kemungkinan adanya keluhan pernapasan juga semakin besar [10].

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan September tahun 2022 di PLTD Kahayan Baru kota Palangka Raya provinsi Kalimantan Tengah. Lokasi penelitian terletak di Kawasan PLTD Kahayan Baru. Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi pompa vakum, tabung impinger, selang penghubung, *spectrometer*, pipet takar 10 ml, bola hisap dan labu ukur. Dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yakni formaldehid, *pararosaniline* dan asam sulfamat.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah absorpsi gas oleh absorban yakni udara dihisap oleh pompa vakum dengan laju aliran tertentu yang menyebabkan tekanan udara di dalam tabung impinger lebih rendah dari tekanan udara luar. Perbedaan tekanan tersebut menyebabkan terjadinya gelembung udara yang melewati absorban. Pada saat terjadinya gelembung udara, zat pencemar gas akan diserap oleh absorban. Jenis zat pencemar yang diserap sesuai dengan absorban yang digunakan. Penyerapan zat pencemar menyebabkan perbedaan warna pada absorbat. Kemudian perbedaan warna tersebut diukur dengan alat spektofotometer pada Panjang gelombang tertentu.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pemantauan meliputi pengujian emisi mesin dan kualitas udara di lingkungan kerja/pajanan kerja (Dalam Perusahaan) di PLTD Kahayan Baru. Parameter yang dipantau meliputi parameter Sulfur Dioksida ( $\text{SO}_2$ ), Nitrogen Dioksida ( $\text{NO}_2$ ), Carbon Monoksida ( $\text{CO}_2$ ), dan TSP apabila dibandingkan dengan Nilai Baku Mutu Udara Ambien Nasional menurut Peraturan Pemerintah RI Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Lampiran VII Baku Mutu Udara Ambien seluruhnya masih di bawah batas maksimum yang dipersyaratkan.

**Tabel 1. Uji Emisi Mesin**

No.	Parameter	Satuan	M.1		M.2		M.3		M.4		Ambang Batas
			SM2	SM1	SM2	SM1	SM2	SM1	SM2	SM1	
1	SO <sub>2</sub>	mg/m <sup>3</sup>	20,3	<2,61	11	<2,61	20,3	<2,61	21,4	<2,61	150
2	NO <sub>2</sub>	mg/m <sup>3</sup>	138	150	115	153	126	133	112	168	200
3	CO	mg/m <sup>3</sup>	463	<1,143	461	<1,143	421	<1,143	429	<1,143	10000
4	TSP	mg/m <sup>3</sup>	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	160

Pada Tabel 1 terdapat M.1, M.2, M.3, dan M.4 merupakan mesin pembangkit 1, 2, 3 dan 4 dengan menghasilkan dua kali pengujian pada 1 tahun terakhir. SM2 adalah pengujian semester 2 tahun 2021 dan SM1 adalah pengujian semester 1 tahun 2022. Pada umumnya, pengujian emisi mesin dilakukan secara rutin setiap 6 bulan sekali.

Hasil pada mesin pembangkit 1, 2, 3 dan 4 masih dikategorikan bagus karena masih di bawah ambang batas. Namun perlu diperhatikan pada mesin pembangkit 4 pada nilai parameter NO<sub>2</sub> yang nilainya meningkat dibandingkan pada pengujian semester 2 sebesar 56mg/m<sup>3</sup>. Peningkatan NO<sub>2</sub> dapat disebabkan oleh emisi gas buang pada mesin terdiri dari banyak faktor yang mempengaruhi meningkatnya NO<sub>2</sub> yaitu efek biodiesel pada waktu injeksi, penundaan pengapian, suhu nyala adiabatik, kehilangan panas radiasi, dan fenomena pembakaran lainnya.

**Tabel 2. Hasil Kualitas Udara Ambien Dalam PLTD**

No.	Parameter	Satuan	Ambang Batas	Semester II 2021	Semester I 2022	Keterangan
1	SO <sub>2</sub>	mg/m <sup>3</sup>	150	60,8	<40,0	Menurun
2	NO <sub>2</sub>	mg/m <sup>3</sup>	200	<0,61	<0,61	Tetap
3	CO <sub>2</sub>	mg/m <sup>3</sup>	10000	<1143	<1143	Tetap
4	TSP	mg/m <sup>3</sup>	160	6,4	14,2	Meningkat

TSP (*Total Suspended Particulate*) atau secara sederhana bisa dinamakan sebagai partikel debu. Pembuangan debu yang berlebihan ke udara dapat menyebabkan gangguan kesehatan dan gangguan industri. Beberapa penyakit dan masalah tersebut antara lain bahaya penyakit pernapasan di tempat kerja, iritasi pada mata, telinga, hidung dan tenggorokan, serta iritasi kulit.

**Tabel 3. Hasil Kualitas Udara Ambien Luar PLTD**

No.	Parameter	Satuan	Ambang Batas	Semester II 2021	Semester I 2022	Keterangan
1	SO <sub>2</sub>	mg/m <sup>3</sup>	150	58,7995	66,8	Meningkat
2	NO <sub>2</sub>	mg/m <sup>3</sup>	200	<0,61	<0,61	Tetap
3	CO	mg/m <sup>3</sup>	10000	<1143	<1143	Tetap
4	TSP	mg/m <sup>3</sup>	160	18,6	19,6	Meningkat

Gas Karbon Monoksida (CO) adalah gas yang tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa. Karbon Monoksida dihasilkan karena pembakaran yang tidak sempurna dari senyawa karbon yang dihasilkan oleh bahan bakar selama pembakaran mesin. Gas Sulfur Dioksida (SO<sub>2</sub>) memiliki karakteristik tidak berwarna, bau yang tajam, dan tidak mudah terbakar di udara. Gas ini dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil yang mengandung senyawa belerang.

Nitrogen Oksida sering disebut dengan NO<sub>2</sub>, karena Oksida Nitrogen mempunyai 2 macam bentuk yang sifatnya berbeda, yaitu gas NO<sub>2</sub> dan gas NO. Sifat gas NO<sub>2</sub> adalah berwarna dan berbau, sedangkan gas NO tidak berwarna dan tidak berbau. Warna gas NO<sub>2</sub> adalah merah kecoklatan dan berbau tajam menyengat hidung. Pencemaran udara terutama bersumber dari gas buang hasil pembakaran bahan bakar fosil dari pembangkit listrik.

Sulfur Dioksida ( $\text{SO}_2$ ) Pencemaran oleh sulfur oksida terutama disebabkan oleh dua komponen sulfur bentuk gas yang tidak berwarna, yaitu sulfur Dioksida ( $\text{SO}_2$ ) dan Sulfur Trioksida ( $\text{SO}_3$ ), yang keduanya disebut Sulfur Oksida ( $\text{SOx}$ ). Pengaruh utama polutan  $\text{SOx}$  terhadap manusia adalah iritasi sistem pernafasan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa iritasi tenggorokan terjadi pada kadar  $\text{SO}_2$  sebesar 5 ppm atau lebih, bahkan pada beberapa individu yang sensitif iritasi terjadi pada kadar 1-2 ppm.  $\text{SO}_2$  dianggap pencemar yang berbahaya bagi kesehatan terutama terhadap orang tua dan penderita yang mengalami penyakit kronis pada sistem pernafasan kardiovaskular [11]

Dilihat dari hasil pengukuran emisi dengan kualitas udara ambien, terdapat beberapa parameter saat mengukur kualitas udara ambien, terutama Nitrogen Oksida ( $\text{NO}_2$ ) dan Sulfur Dioksida ( $\text{SO}_2$ ) yang apabila dibandingkan dengan pengukuran emisi, hasil pengukuran tersebut sangat kecil. Meskipun masih berada di bawah ambang batas, dalam jangka waktu tertentu dengan kenaikan secara signifikan terutama pada  $\text{SO}_2$  di daerah luar PLTD dengan  $\text{NO}_2$  pada emisi gas buang mesin dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan gangguan kesehatan masyarakat di sekitar industri tersebut.

Dampak  $\text{NO}_2$  pada kesehatan manusia adalah meningkatnya kemungkinan penyakit pernafasan. Nitrogen Oksida mengurangi kekebalan terhadap infeksi paru-paru. Hal ini dapat menyebabkan masalah seperti sesak napas, batuk, pilek, flu dan bronkitis. Efek terhadap ekosistem tumbuhan yaitu dapat menimbulkan bercak pada permukaan daun, dan konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan nekrosis (merusak jaringan daun), sehingga merusak fotosintesis.

Persentase kenaikan  $\text{SO}_2$  pada Semester I dengan Semester II 2021 naik 5,78% sedangkan pada Semester II 2021 dengan Semester I 2022 naik 11,97% diluar lingkungan PLTD hal ini disebabkan karena faktor suhu, kelembapan, kecepatan udara, arah mata angin, dan tekanan. Pencemaran  $\text{SO}_2$  akan mempengaruhi manusia dan hewan serta menyebabkan kerusakan tumbuhan. Pembuangan emisi gas buang yang menghadap ke samping luar PLTD maka peningkatan  $\text{NO}_2$  dan  $\text{SO}_2$  berdampak hujan asam berpengaruh terhadap lingkungan seperti mempercepat korosi pada material besi dan bangunan terlihat kusam.

#### 4. Kesimpulan

Semua parameter kualitas udara emisi sumber tidak bergerak Nitrogen Oksida ( $\text{NO}_2$ ), Sulfur Dioksida ( $\text{SO}_2$ ), Carbon Monoksida ( $\text{CO}_2$ ) dan TSP keseluruhannya berada di bawah ambang batas baku mutu yang dipersyaratkan menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No 15 Tahun 2019 tentang Baku Mutu Emisi Pembangkit Listrik Tenaga Termal (PLTD/ULD-Genset-minyak solar) akan tetapi, dalam  $\text{NO}_2$  mengalami peningkatan pada emisi gas buang pada mesin diesel unit #4 karena efek biodiesel pada waktu injeksi, penundaan pengapian, suhu nyala adiabatik, kehilangan panas radiasi, dan fenomena pembakaran lainnya, dengan  $\text{SO}_2$  mengalami peningkatan pada kualitas udara ambien di luar PLTD dikarenakan emisi gas buang pada pembakaran mesin dan faktor kecepatan udara, suhu, dan kelembapan, yang apabila campuran  $\text{SO}_2$  dan  $\text{NO}_2$  dengan posisi gas buang mesin diesel mengarah luar PLTD ini menyebabkan hujan asam berdampak mempercepat laju korosi pada material sekitar lingkungan terkhusus pada besi dan bangunan sekitar kusam dan lapuk.

#### Daftar Pustaka

- [1] J. A. P. Rianti Patriamurti, Hadi Sasana, "Analisis Pertumbuhan Ekonomi, Pertumbuhan Industri, Pertumbuhan Penduduk, Pengeluaran Konsumsi, dan Investasi Asing Terhadap Konsumsi Listrik Di Indonesia Tahun 1971-2019," *Din. Dir. J. Econ.*, vol. 1, pp. 282-293, 2019.
- [2] A. S. F. Rajagukguk, M. Pakiding, and M. Rumbayan, "Kajian Perencanaan Kebutuhan dan Pemenuhan Energi Listrik di Kota Manado," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 4, no. 3, pp. 1-11, 2015, [Online]. Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/elekdankom/article/view/7972>.
- [3] N. Mesin, V. Pltd, L. O. Alkan, J. Sahupala, and T. D. Kaisupy, "Kapasitas Sub-Ranting Kabupaten Seram Bagian Barat PLTD Sub-ranting Buano agar mampu memenuhi kebutuhan listrik di desa Buano , kecamatan Waesala , kabupaten Seram Bagian Barat Tinjauan Pustaka," pp. 12-17, 2016.
- [4] E. S. Rahman, "Studi Tentang Proses Pembangkitan Listrik Tenaga Diesel PT . PLN ( PERSEERO ) Wilayah Sulselrabar Sektor Tello Makassar No . Sampel Operator maintenance Supervaisor Log seat pencatatan Jumlah," *J. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 1, p. 6, 2018.
- [5] E. Kristanti, R. E. Handriyono, M. N. Apsari, and N. R. Abadi, "Evaluasi Monitoring Kualitas Udara Di PT X (Desa Sedayulawas, Kecamatan Brondong, Kabupaten Lamongan)," *Semin. Teknol. Perencanaan, Perancangan, Lingkungan, dan Infrastruktur*, vol. 2, pp. 406-412, 2021.
- [6] T. A. W. SABUBU, "Pengaturan Pembangkit Listrik Tenaga Uap Batubara Dalam Peraturan Perundang-

- Undangan," Universitas Islam Indonesia, 2020.
- [7] Hasanuddin and F. Leonard, "Profil Kualitas Udara Ambien Pada Pembangunan Embung Kabupaten Kepulauan Selayar," *Teknosains Media Inf. Sains dan Teknol.*, vol. 16, no. 3, pp. 401-407, 2022.
- [8] Pemerintah Republik Indonesia, "Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Pedoman Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup," *Sekr. Negara Republik Indones.*, vol. 1, no. 078487A, p. 483, 2021, [Online]. Available: <http://www.jdih.setjen.kemendagri.go.id/>.
- [9] A. Kurniawan, "Pengukuran Parameter Kualitas Udara (CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> dan Pm10) Di Bukit Kototabang Berbasis Ispu," *J. Teknosains*, vol. 7, no. 1, p. 1, 2018, doi: 10.22146/teknosains.34658.
- [10] A. Masito, "Risk Assessment Ambient Air Quality (NO<sub>2</sub> And SO<sub>2</sub>) and The Respiratory Disorders to Communities in the Kalianak Area of Surabaya," *J. Kesehat. Lingkung.*, vol. 10, no. 4, p. 394, 2018, doi: 10.20473/jkl.v10i4.2018.394-401.
- [11] T. K. Utami and F. S. Puriningsih, "Penghitungan Kadar Emisi Gas Buang Di Pelabuhan Belawan," *War. Penelit. Perhub.*, vol. 26, no. 5, p. 285, 2019, doi: 10.25104/warlit.v26i5.891.