

ANALISIS EMISI GAS BUANG (SO₂, NO₂ dan O₃ PLTU JERANJANG

ANALYSIS OF EXHAUST EMISSIONS SO₂, NO₂ and O₃ AT PLTU JERANJANG

Hurun Indriati*

Program Studi Kimia, FMIPA, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

E-mail: Indriyatiindri719@gmail.com

Abstrak: Penggunaan energi listrik untuk keperluan industri maupun masyarakat sehari-hari semakin meningkat. Ini menyebabkan menipisnya cadangan minyak bumi dan krisis bahan bakar minyak sehingga muncul beberapa penggunaan energy alternatif sebagai usaha untuk mengatasi permasalahan ini. Salah satunya yaitu adanya pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) yang menggunakan bahan bakar batubara sebagai bahan bakar baku pembakarannya. Akan tetapi penggunaan batubara ini menghasilkan limbah yang mencemari lingkungan yaitu pelepasan polutan gas seperti CO, NO₂, CO, SO₂, hidrokarbon dan abu yang relatif besar, ada dua jenis limbah abu yang dihasilkan dari proses pembakaran batubara yaitu abu terbang (fly ash), dan abu dasar (bottom ash). Untuk mengetahui lebih lanjut pencemaran udara yang terjadi di PLTU Jeranjang maka perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut terkait pengaruh kualitas batubara terhadap kualitas udara di area PLTU Jeranjang. Pengukuran kualitas udara dilakukan selama 24 jam, dimana pada pengukuran ini menggunakan alat High Volume Sampler (HVAS) dengan metode gravimetri, pengukuran kadar sulfur dioksida (SO₂), nitrogen dioksida (NO₂) dan ozon (O₃) menggunakan alat *impinger*. Berdasarkan hasil uji sampel udara mabien di PLTU Jeranjang dapat diketahui bahwa tingkat pencemaran udara di area PLTU Jeranjang tidak melebihi ambang baku mutu, yaitu kadar sulfur dioksida (SO₂) pada pengukuran selama 1 jam didapatkan hasil sebesar 28,83 µg/Nm³ dengan baku mutu 150 µg/Nm³, kadar nitrogen dioksida (NO₂) pada pengukuran selama 1 jam yaitu 27,48 µg/Nm³, dengan baku mutu 200 µg/Nm³, sementara itu kadar ozon (O₃) pada pengukuran selama 1 jam yaitu 19,66 µg/Nm³ dengan baku mutu 150 µg/Nm³, sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 42 Tahun 2021.

Kata kunci: Kualitas udara, Batubara, Udara ambien PLTU Jeranjang

Abstract: *The use of electrical energy for industrial and community needs is increasing. This causes the depletion of petroleum reserves and a fuel oil crisis so that several alternative energy uses emerge as an effort to overcome this problem. One of them is the existence of a steam power plant (PLTU) which uses coal as fuel for combustion. However, the use of coal produces waste that pollutes the environment, namely the relatively large release of gaseous pollutants such as CO, NO₂, CO, SO₂, hydrocarbons and ash. There are two types of ash waste produced from the coal combustion process, namely fly ash and ash. Base (bottom ash). To find out more about the air pollution that occurs at the Jeranjang PLTU, it is necessary to conduct further research on the*

effect of coal quality on air quality in the Jeranjang PLTU area. Water quality measurements were carried out for 24 hours, in which this measurements used a High Volume Sampler (HVAS) with the gravimetric method, measurements of sulfur dioxide (SO₂), nitrogen dioxide (NO₂) and ozone (O₃) levels used an impinger. Based on the test results of the ambient air sample at the PLTU Jeranjang, it can be seen that the level of air pollution in the PLTU Jeranjang area does not exceed the quality standard threshold, namely the sulfur dioxide (SO₂) content in 1 hour measurement results of 28.83 µg/Nm³ with a quality standard of 150µg/Nm³, the level of nitrogen dioxide (NO₂) in measurement for 1 hour is 27.48 µg/Nm³, with a quality standard of 200µg/Nm³, while the level of ozone (O₃) in measurement for 1 hour is 19.66µg/Nm³ with a quality standard of 150 µg/Nm³, according to Government Regulation of the Republic of Indonesia Number 42 of 2021.

Keywords: *Water quality, Coal, PLTU Jeranjang ambient water*

PENDAHULUAN

Seiring bertambahnya industri di Indonesia, dan dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk, menyebabkan kebutuhan energi listrik di Indonesia meningkat setiap tahunnya. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut pemerintah berperan aktif dengan memberi kebijakan proyek 35000 MW, melalui PT PLN sebagai penyedia dan pendistribusi energy listrik nasional, berusaha meningkatkan kinerja pembangkit listrik yang ada, salah satu pembangkit listrik yang banyak digunakan oleh PT PLN adalah pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). Dengan persentase 42,34% dari total 64,924 MW kapasitas daya yang terinstalasi di Indonesia berdasarkan data kementerian ESDM. (ESDM dan Ketenagalistrikan 2019).

Batubara merupakan bahan bakar yang umum digunakan pada pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). Batubara sendiri memiliki karakteristik atau kandungan yang dapat menentukan kualitas dari batubara tersebut. Untuk mengetahui kualitas dan kandungan dari batubara dapat dilakukan melalui beberapa analisa, seperti analisis proksimat dan ultimat. Karakteristik dan kualitas batubara akan mempengaruhi proses pembakaran pada boiler seperti nilai panas yang dihasilkan dan juga terhadap pembentukan partikel-partikel hasil pembakaran, seperti residu/abu. Proses pembakaran batubara dan udara pada ruang bakar boiler PLTU akan menghasilkan panas dan juga terbentuknya residu abu yang tidak dapat dihindari, dan memiliki potensi terhadap pembentukan kecepatan *fouling* pada boiler dan dapat diketahui dengan melihat hasil dari analisis kandungan batubara yang digunakan, sehingga jenis batubara yang berbeda,

karakteristik akan menentukan kecepatan pembentukan slagging dan fouling yang berbeda (Saputra, dkk., 2020).

Proses pembakaran batu bara di dalam boiler pada sebuah PLTU menghasilkan energi, juga menghasilkan karbon dioksida (CO_2), karbon monoksida (CO), dan sejumlah abu terbang, yang merupakan polutan bagi lingkungan (Suprihadi *et al.*, 2008). Dalam suatu proses pembakaran batu bara, akan menghasilkan polutan berupa emisi gas buang yang dikeluarkan melalui cerobong. Emisi udara yang dikeluarkan tersebut umumnya mengandung bahan pencemar berupa partikulat (debu), ataupun berupa gas seperti NO_2 dan SO_2 . Bahan pencemar tersebut umumnya bersifat sangat toksik, mudah bereaksi dan menyebar sesuai arah angin yang dapat mencemari lingkungan (Setiawan, 2017).

Emissi gas buang seperti NO_2 , SO_2 dan partikulat mengganggu keseimbangan unsur-unsur di udara. Keadaan kualitas udara di lingkungan industri ditentukan oleh emisi yang keluar dari cerobong pabrik. Kecepatan angin, arah angin, temperatur, dan stabilitas atmosfer adalah faktor meteorologi yang sangat berpengaruh dalam penyebaran polutan. Banyaknya polutan yang dikeluarkan secara tetap dari cerobong asap akan terbawa angin dengan kecepatan dalam arah horizontal dengan kerapatan massa (Setiawan, 2012).

Pada saat batubara dibakar, sejumlah karbon dioksida terbentuk setara dengan kadar karbon yang terkandung dalam batu bara, karena karbon membutuhkan oksigen untuk terbakar, maka secara teori batubara membutuhkan lebih banyak udara dibandingkan bahan bakar fosil lainnya termasuk bahan bakar minyak, dalam hal ini minyak solar. Selain karbon dioksida, emisi dari pembakaran batubara menghasilkan NO_2 , SO_2 , SO_3 dan Partikulat. Sulfur Dioksida akan bereaksi dengan uap air dalam udara menghasilkan asam sulfat yang pada konsentrasi tertentu membentuk hujan asam yang membahayakan manusia dan lingkungan (Biarnes M, 2009).

MATERI DAN METODE

Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan sampel penelitian di Pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) Jeranjang, Taman ayu, Kebunaya Gerung, Kabupaten Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat.83363. periode penelitian dilakukan pada tanggal 26 Oktober sampai 26 November 2022.

Prosdur Kerja

1. Analisis Lapangan

a. Pengujian Sampel Sulfur Dioksida (SO₂)

Pengujian kadar Sulfur Dioksida (SO₂) dilakukan dengan SNI 7119.7-2017. Standar pada pengujian kadar Sulfur Dioksida (SO₂) di udara ambien dengan metode pararosanilin menggunakan spektrofotometri sinar tampak, pengukuran ini dilakukan pada panjang gelombang 550 nm atau dengan kisaran konsentrasi 25 µg/Nm³ sampai dengan 1.000 µg/Nm³ atau 0,01 ppm sampai 0,4 ppm.

b. Pengujian Nitrogen Dioksida (NO₂)

Pengujian sampel Nitrogen Dioksida (NO₂) dijerap dalam larutan *Griess Saltzman* sehingga membentuk suatu senyawa azo dye berwarna merah muda yang stabil setelah 15 menit. Konsentrasi ditentukan secara spektrofotometri pada panjang gelombang 550 nm.

c. pengujian Sampel ozon (O₃).

Pengujian kadar ozon (O₃) dilakukan untuk menentukan kadar oksidan di udara menggunakan metode *buffer kalium iodide* (NBKI) menggunakan alat spektrofotometer dengan panjang gelombang 352 nm, kisaran konsentrasi 19,6 µg/Nm³ sampai 500 µg/Nm³ atau kisaran 0,01 ppm sampai dengan 10 ppm.

2. Analisis Laboratorium

a. Pengujian sampel uji SO₂

Sampel gas sulfur dioksida dimasukkan ke dalam labu ukur 25 mL, kemudian ditambahkan sebanyak 10 mL larutan penjerap tetrakloromercurat. Ditambahkan dengan larutan sulfamat 0,6 % sebanyak 1 mL dan ditunggu sampai 10 menit. Setelah itu campuran larutan ditambahkan dengan 2 mL larutan formaldehida 0,2 %, dan ditambahkan 5 mL larutan pararosanilin. Terakhir ditambahkan dengan aquades sampai dengan tanda batas, lalu dihomogenkan dan ditunggu 30-60 menit. Absorbansi masing-masing sampel diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 550 nm. Konsentrasi sulfur dioksida dalam contoh uji selama 1 jam dapat ditentukan dengan persamaan :

$$C = \frac{a}{v} \times 1000$$

Keterangan:

- C : konsentrasi SO₂ di udara (µg/Nm³)
- a : jumlah SO₂ dari contoh uji dengan melihat kurva kalibrasi (µg)
- V : volume udara pada kondisi normal (L)
- 1000 : konversi liter (L) ke m³

b. Pengujian sampel uji NO₂

Sampel gas nitrogen dioksida dimasukkan kedalam labu ukur sebanyak 25 mL, kemudian ditambahkan dengan larutan penjerap Griess Saltzam sampai tanda batas, di kocok, dan didiamkan selama 15 menit agar terbentuk warna merah muda yang berbentuk pada panjang gelombang 550 nm . kemudian dibaca serapan contoh uji , dan dihitung konsentrasi dengan menggunakan kurva kalibrasi, ditentukan dengan persamaan.

$$C = \frac{b}{V} \times \frac{10}{25} \times 1000$$

Keterangan

- C : konsentrasi NO₂ di udara (µg/Nm³)
- b : jumlah NO₂ dari contoh uji hasil perhitungan dari kurva kalibrasi (µg)
- V : volum udara yang dihisap dikoreksi pada kondisi normal 25° 760 mmHg
- 10/25 : faktor pengenceran
- 1000 : konversi liter ke m³

c. Pengujian Sampel ozon O₃

Dalam jangka 30 menit - 60 menit setelah pengambilan contoh uji, dimasukkan larutan contoh uji kedalam kuvet pada alat spektrofotometer, lalu diukur intensitas warna kuning yang terbentuk pada panjang gelombang 352 nm. Dibaca serapan contoh uji kemudian, dihitung konsentrasi dengan menggunakan kurva kalibrasi.

1) Jumlah ozon dalam larutan standar iod

Keterangan

$$O_3 = 48 \times N_{Iod}$$

- O₃ : jumlah oksidan (µg)
- 48 : berat molekul O₃
- N_{iod} : normalitas iod 0,05 N hasil standarisasi

2) Volume contoh uji

Keterangan

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n Q_1}{n} \times t \times \frac{Pa}{Ta} \times \frac{298}{760}$$

- V : volume udara yang diambil dikoreksi pada kondisi normal 25 °C, 760 mmHg (Nm³)

- Q_1 : pencatatan laju alir ke – I (Nm^3/menit)
 n : jumlah pencatatan laju alir
 t : durasi pengambilan contoh uji
 P_a : tekanan barometer rata-rata setelah pengambilan contoh uji (mmHg)
 T_a : tempratur rata-rata selama pengambilan contoh uji
 298 : tempratur
 760 : tekanan

3) Konsentrasi oksidan

Keterangan

$$C = \frac{a}{V} \times 1.000$$

- C : konsentrasi oksidan di udara
 a : jumlah oksidan dalam contoh uji
 V : volume udara yang dihisap
 1000 : konversi liter ke m^3

Analisis data

1. Perbandingan baku mutu

Standar bakumutu yang digunakan pada pengukuran parameter SO_2 , NO_2 dan O_3 untuk analisis emisi gas buang udara ambien yaitu.

- SNI 7119.2: 2017 untuk mengukur nitrogen dioksida (NO_2) dengan metode *griess saltzman* menggunakan spektrofotometer.
- SNI 7119.7: 2017 untuk mengukur kadar sulfur dioksida (SO_2) dengan metode *pararosanilin* menggunakan spektrofotometer.
- SNI 7119.8: 2017 untuk mengukur kadar ozon (O_3) dengan metode *neutral buffer kalium iodida* (NBKI) menggunakan spektrofotometer.

Dari masing-masing standar nasional (SNI) yang digunakan pada setiap parameter tersebut sesuai dengan Peraturan Pemerintah No.41 Tahun 2021 tentang baku mutu udara ambien.

2. Pengolaan data dan validasi data

Dari hasil pengukuran laboratorium dijabarkan menggunakan tabel, data yang dihasilkan kemudian dianalisa secara deskriptif dan selanjutnya dibahas secara literatur. Validasi data bertujuan untuk memastikan kebenaran data dimasukkan dengan data yang telah terdokumentasi

sebelumnya. Perococokan ini dilakukan oleh sistem untuk menganalisa kesamaan dari data yang dimasukkan sehingga dapat dikonfirmasi kebenarannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1. Hasil uji sampel SO₂, NO₂ dan O₃ di Laboratorium

Pengujian secara laboratorium adalah kegiatan untuk melakukan penelitian, pengukuran ataupun pengkalibrasian yang melibatkan personel untuk melaksanakan pengujian atau penelitian, sehingga diperoleh hasil uji dengan tujuan tertentu. Hasil pengujian secara laboratorium dapat dilihat pada tabel 1.1

Tabel 1.1 Hasil uji laboratorium

Parameter	Waktu pengukuran	Hasil $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	Baku mutu*)	Metode Pengukuran
SO ₂	1 jam	28,83	150	SNI 7119.7-2017
NO ₂	1 jam	27,48	200	SNI 7119.2-2017
O ₃	1 jam	19,66	150	SNI 7119.8-2017

2. Data Meterologi Penelitian Udara Ambien PLTU Jeranjang

Berikut adalah data RKL-RPL dari dinas lingkungan hidup dan yaitu hasil uji laboratorium pengukuran sulfur dioksida, nitrogen dioksida, ozon di PLTU Jeranjang dapat dilihat pada tabel 1.2.

Tabel 1.2

Parameter	Hasil	Satuan
Suhu	25-35	°C
Kelembaban	54-96	%
Kecepatan angin	1.4-3.7	Km/jam
Arah angin	Utara-selatan	-
Cuaca	Cerah	-

Diskusi

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengukuran di lapangan yaitu pengukuran sulfur dioksida selama 1 jam 28.83 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ hasil dari pengukuran ini dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya suhu, kelembaban, kecepatan angin, arah angin dan cuaca. Pengaruh konsentrasi gas sulfur dioksida (SO₂) terhadap kesehatan manusia dan makhluk hidup sebagai berikut. Indeks

ISPU berkategori dikisaran ($0-50 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$). Nilai ISPU yang lebih tinggi pada kisaran ($51-100 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$) berkategori sedang, paparan gas SO_2 pada jangka waktu yang lebih pendek dapat menimbulkan berbagai dampak bagi spesies tumbuhan . pada kisaran indeks ISPU ($101-199 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$) berkategori tidak sehat, paparan gas SO_2 mulai menimbulkan peningkatan keracunan pada tanaman. Sedangkan berkategori ($200-299 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$), gas SO_2 akan menimbulkan sensitivitas terhadap orang yang berpenyakit asma dan bronchitis. Pada nilai ISPU $300 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ sudah termasuk kedalam kategori berbahaya bagi semua populasi yang ada di daerah tersebut. Jadi dalam penelitian ini merupakan kadar sulfur dioksida di lingkungan PLTU Jeranjang termasuk kedalam golongan tidak berbahaya karena hasil yang didapatkan pada pengukuran menunjukkan 28,83, hasil ini dibawah dari standar indeks ISPU, dan beberapa faktorlah yang mempengaruhi nilai dari pengukuran kadar SO_2 ini salah satunya suhu dan kelembaban menunjukkan nilai tidak terlalu tinggi.

Pengukuran kadar sulfur dioksida (NO_2) di PLTU Jeranjang dalam waktu 1 jam yaitu $28,83 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, hasil dari pengukuran Sulfur Dioksida (NO_2) dipengaruhi oleh tingkat aktivitas kendaraan di jalan pada saat melakukan pengukuran sampel udara terlihat dari tingginya kendaraan yang keluar masuk area PLTU Jeranjang meski kelembaban dan suhu tinggi tetapi tidak mempengaruhi konsentrasi kadar sulfur dioksida (NO_2). Kadar kelembaban dan suhu yang mencapai 54-96% dan $25-35^\circ\text{C}$ ini menunjukkan bahwa peningkatan kelembaban dan suhu yang rendah di ikuti dengan peningkatan kadar sulfur dioksida (NO_2). Kelembaban yang tinggi dapat meningkatkan kadar polutan yang terdapat di Udara (Mukono, 2005 : 27).

Emisi NO_2 merupakan unsur dominan yang muncul akibat pengoperasian boiler pembakaran batubara. Salah satu faktor yang berpengaruh terhadap timbulnya emisi NO_2 pada boiler batubara adalah kualitas material batubara yang digunakan. Ketersediaan batubara dipasar pada umumnya memiliki karakteristik dan sifat-sifat yang beragam dari waktu ke waktu, sehingga operator boiler harus memiliki suatu pengetahuan terhadap masalah ini untuk mencapai petunjuk kerja pembakaran yang optimal.

Selain itu, solusi lain untuk mencegah pencemaran udara akibat NO_2 adalah kemampuan mengendalikan pembentukan NO_2 dari bahan bakar batubara dengan menerapkan proses yang tepat. Pembentukan NO_2 pada api merupakan fungsi dari temperatur yang berbanding lurus dengan pemekatan efisiensi pembakaran, namun berbanding terbalik dengan pembentukan NO_2 .

Karakteristik bahan bakar yang dominan mempengaruhi emisi NO₂ meliputi kandungan yang dimiliki dan kondisi ukuran butiran bahan bakar (kehalusan). Emisi NO₂ dipengaruhi oleh kandungan nitrogen batubara dan zat terbang (*volatile matter*) peningkatan kandungan batubara yang selalu menyebabkan peningkatan emisi NO₂ sedangkan peningkatan kandungan zat terbang menghasilkan emisi NO₂ akan menurun dalam kondisi pembakaran lanjut.

Pengukuran kadar Ozon (O₃) di PLTU Jeranjang dalam waktu 1 jam yaitu 27.48 µg/Nm³, pengaruh konsentrasi gas ozon permukaan (O₃) terhadap kesehatan manusia dan makhluk hidup, sebagai berikut : Indeks ISPU berkategori baik (0-50 µg/Nm³), paparan gas O₃ dan kombinasi dengan SO₂ selama 4 jam berturut-turut mengakibatkan luka pada beberapa spesies tumbuhan. Nilai ISPU yang lebih tinggi pada kisaran (52-100 µg/Nm³) berkategori sedang, paparan gas O₃ pada jangka waktu yang lebih pendek dapat menimbulkan luka pada beberapa spesies tumbuhan. Pada kisaran (101-299 µg/Nm³) berkategori tidak sehat, sedangkan paparan gas O₃ berkategori sangat tidak sehat pada kisaran (200-299 µg/Nm³), gas O₃ akan mengakibatkan pengaruh pernapasan pada pasien yang berpenyakit paru-paru kronis saat melakukan olahraga ringan diatas 300 µg/Nm³ atau masuk kedalam kategori berbahaya. Dalam penelitian diatas hasil yang didapatkan dalam melakukan penelitian kadar O₃ (Ozon) selama 1 jam yaitu 19.66 hal ini merupakan paparan atau kadar ozon dalam lingkungan PLTU Jeranjang tidak terlalu berbahaya, dan aman bagi masyarakat yang berada tidak jauh dari lokasi dilakukan penelitian atau jalan di PLTU Jeranjang. Resolusi data yang dihasilkan kemudian diolah menjadi agregat per-jam untuk diproses lebih lanjut sesuai dengan keperluan perhitungan nilai ISPU.

Dari data meteorologi dihasilkan nilai suhu pada pengukuran di lapangan PLTU Jeranjang paling rendah terdapat hasil sebanyak 25 °C dan yang paling tinggi yaitu sebanyak 35 °C. Hal ini menyebabkan semakin tinggi permukaan tanah, maka suhunya juga akan semakin rendah. Dan sebaliknya apabila semakin rendah permukaan tanah, maka semakin tinggi suhu yang dihasilkan. Pengukuran kelembaban di lapangan PLTU Jeranjang sekitar 54-96 %. Kelembaban udara akan berpengaruh terhadap laju penguapan atau transpirasi (hilangnya uap air dari permukaan tumbuhan). Jika kelembaban rendah, maka laju transpirasi meningkat. Hal ini akan meningkatkan nutrisi untuk pertumbuhan tanaman. Kecepatan angin pada penelitian yang melibatkan PLTU Jeranjang yaitu sebesar 1.4-3.7 km/ jam. Arah angin di lapangan PLTU Jeranjang yaitu Utara – Selatan. Pergerakan arah angin disebabkan oleh rotasi bumi sesuai dengan pergerakan arah jarum jam. Cuaca di lapangan PLTU Jeranjang yaitu cerah. Hal ini

dipengaruhi oleh beberapa 10ngina yaitu suhu, arah 10ngina, tekanan, kelembaban, awan dan curah hujan.

Hubungan antara suhu, kecepatan 10ngina, dan kelembaban terhadap pengukuran SO_2 didapatkan hasil bahwa kecepatan 10ngina dan kelembaban berbanding terbalik dengan terhadap konsentrasi SO_2 , yaitu semakin tinggi kecepatan 10ngina dan kelembaban maka semakin rendah konsentrasi SO_2 di udara. Sedangkan untuk 10ngina10e suhu udara, didapatkan hasil bahwa suhu udara berbanding lurus terhadap konsentrasi SO_2 yaitu semakin tinggi suhu maka konsentrasi SO_2 dalam udara ambien juga semakin tinggi (Istantinova, 2013).

Hubungan antara suhu, kelembaban, 10ngina10e 10ngina terhadap pengukuran NO_2 hasil menunjukkan bahwa konsentrasi terendah dari NO_2 terjadi ketika suhu udara tinggi dan konsentrasi tertinggi terjadi ketika suhu udara rendah. Suhu udara yang tinggi membuat densitas udara di dekat permukaan bumi menjadi lebih rendah dari pada udara di atasnya yang menyebabkan terjadinya aliran konveksi ke atas yang membawa berbagai polutan termasuk gas NO_2 , hal tersebut menyebabkan konsentrasi NO_2 menjadi rendah. Suhu udara yang rendah menyebabkan densitas udara di dekat permukaan bumi 10ngina sama dengan densitas udara yang berada di atasnya, akibatnya aliran konveksi udara bergerak lebih lambat sehingga konsentrasi NO_2 menjadi tinggi karena terakumulasi di permukaan. Konsentrasi NO_2 terendah terjadi ketika kelembaban udara rendah dan konsentrasi tinggi terjadi ketika kelembaban udara tinggi. Kelembaban udara yang rendah berarti jumlah uap air yang terkandung di udara rendah, pada saat itu disperse udara akan terjadi lebih cepat karena udara dapat bergerak tanpa terhambat oleh uap air sehingga konsentrasi NO_2 di sekitar PLTU Jeranjang menjadi rendah. Kelembaban udara yang tinggi menyebabkan 10ngina10e udara menjadi lambat karena banyaknya uap air di udara akan memperlambat aliran udara baik secara horizontal maupun vertical sehingga konsentrasi NO_2 menjadi tinggi. Kecepatan 10ngina yang tinggi menyebabkan penyebaran udara ke daerah yang lebih luas terjadi dengan cepat sehingga konsentrasi menjadi rendah. Kecepatan 10ngina yang rendah menyebabkan penyebaran udara ke ruang yang lebih luas menjadi lambat dan terakumulasi di sekitar PLTU Jeranjang menjadi tinggi (Anthika, dkk., 2012).

Fluktuasi konsentrasi ozon mengikuti pola intensitas radiasi matahari dan tempratur permukaan. Hubungan kelembaban udara dengan ozon berbanding terbalik. Semakin tinggi intensitas radiasi matahari, semakin tinggi konsentrasi ozon. Kenaikan tempratur juga seabding dengan konsentrasi ozon. Sedangkan semakin tinggi kelembaban udara, konsentrasi ozon

semakin rendah. Factor meteorologi yang paling besar hubungannya dengan konsentrasi ozon berdasarkan analisis nilai koefisien determinasi (R^2) yaitu temperatur permukaan (Mairisdawenti,dkk., 2014).

KESIMPULAN

Jumlah emisi gas buang dalam produksi listrik di PLTU Jeranjang dapat dilihat dari bahan bakar batubara yang digunakan. Kemudian bahan bakar tersebut dibakar di dalam boiler sehingga dihasilkan pembakaran yang sempurna dan tidak sempurna. Pembakaran tidak sempurna mengakibatkan lepasnya partikel-partikel karena kurang tercukupinya oksigen dalam proses pembakaran tersebut yang kemudian dimanfaatkan untuk pengoprasian listrik diarea PLTU Jeranjang. Upaya yang dilakukan untuk memproyeksi atau meminimalisir emisi gas buang tersebut dengan cara pembakaran berulang dan cara kedua dilakukan dengan pengelolaan gas hasil pembakaran seperti ara penyerapan dengan pembentukan radikal bebas menggunakan berkas elektron agar terjadi reaksi gas stabil, dengan cara inilah kita dapat mencegah terjadinya hujan asam.

UAPAN TERIMA KASIH

1. Bapak Prof. Ir. Surya Hadi, M.Sc., Ph.D selaku Dosen Pembimbing I Skripsi .
2. Ibu Sri Seno Handayani, ST., MT selaku Dosen Pembimbing II.
3. Dr. Dhony Hermanto, S.Si., M.Sc., selaku Dosen Penguji I.
4. Ibu Murniati, S.Pd., M.Sc., Selaku Dosen Penguji II.
5. Segenap dosen dan seluruh staf akademik yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu serta pendidikan pada peneliti hingga dapat menunjang dalam penyelesaian penelitian ini.
6. Pihak Laboratorium yang telah memberikan kesempatan bagi peneliti untuk melangsungkan penelitian dan memperoleh data.
7. Kedua orang tua dan keluarga tercinta yang selama ini telah memanjaatkan doa nya sehingga peneliti dalam menyelesaikan kuliah tepat waktu.

DAFTAR ISI

- Alamendah. F., 2014. Karakterisasi Fly Ash PLTU dan Evaluasi Untuk Refraktor For. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara. *Jurnal Indonesia* 2(1) : 23-45.
- Antika., Syech R., Sugianto., 2012. Pengaruh Suhu, Kelembaban Udara dan Kecepatan Angin Terhadap Akumulasi Nitrogen Monoksida, Nitrogen Dioksida. *Jurnal: Indonesia*, Pekanbaru, Universitas Riau.
- Biarnes, dan Michael, 2007. Combustion. E-Instruments International LLC- www.E-Inst.com.
- CAI-Asia Factsheet. 2010. No.13. Nitrogen Dioxide (NO) Status and Trends In Asia. Pasing City. Philippines : <http://cleanairinitiativ.org> Pada 12 Mei 2016.
- CAI-Asia Factsheet. 2010. No.4. Sulfur Dioxide (SO) Standards In Asia. Pasing City. Pihilippines <http://cleanairinitiative.org> Pada 12 Mei 2016.
- El Wakil, M. M., 1985. Power Plant Technology. New York: Butterwoths.
- ESDM, Kementrian , and Dirjen Ketenagalistrikan. 2019. “Statistik Ketenagalistrikan Tahun 2018.” *Journal of Chemical Information and Modeling* 53(9):1689-99.
- Fardiaz, S., 1992. Polusi Air dan Udara. Yogyakarta: Penerbit kansius.
- Fitri Yulia dan Sri Fitria Retnawaty. 2015. Prediksi Konsentrasi Co2 Pada Cerobong Asap Dari Rencana Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mesin dan Gas (PLTMG). *Jurnal Ilmu Fisika*. Universitas Muhammadiyah Riau. 7(2) : 54.
- Furqon. M, dan Sugiyana. D., 2012. Pengaruh Karakteristik Batubara dan Proses Pembakaran Pada Boiler Batubara Bubuk (Pulverized Coal) Terhadap Emisi Nox Di Industri Tekstil. *Jurnal Ilmiah Arena Tekstil*. 27(1) : 1-5.
- Gabriel, J.F., 2001, Fisika Lingkungan, Jakarta : Hipokrates.
- Godhis, T., 1997. Air Quality Third Edition. USA : CRCC. Press LLC.
- Handayani, D. Yunus, F., dan Wiyono, W., 2003. Pengaruh Inhalasi NO₂ Terhadap Kesehatan Paru. *Jurnal Cermin Dunia Kedokteran* No. 138.
- Huang. H., Bowler B.F.J., Oldenburg, T.B.P. and Larter, S.R., 2008. The Effect Of Biodegradation On Polycyclic Aromatic Hydrocarbons In Reservoired Oils From The Liaohe Basin. *Ne China. Organic Geochemistry*. 35(1) : 1619-1634.
- Istantinova, D.B., Hardiwidodo, M., dan D.S., 2013. Pengaruh Kecepatan Angin, Kelembaban dan Suhu Udara Terhadap Konsentrasi Gas Pencemar Sulfur Dioksida (SO₂) Dalam Udara Ambien Di Sekitar PT.Inti General Jaya Steel Semarang, *Jurnal Indonesia*, 1(4).

- Keenan, C.W., D. C., Kliefelter dan J.H. Wood., 1980. Kimia Untuk Universitas. Edisi Keenam. Pudjaatmaka, H. Jakarta: Erlangga.
- Kristanto. P., 2002. Ekologi Industri. Yogyakarta : Andi.
- Lutgens, F.K dan Edward. Jr., Tarbuck. 2013. The Atmosphere Second Edition New Jersey : Prentice Till, Inc.
- Loefalifour, et.al., 2010. The Origin and Petrology Of Organic Matter In Coals, Oil Shales, and Petroleum Source-Rock. Journal International. Geology Departement Of Wollongung University Australia.
- Manahan, S.E., 1972. Environmental Chemistry. Boston : Willard Grant Press.
- Mairisdawenti, Dwi Pujiastuti, D., Ilahi, A.F., 2014. Analisis Pengaruh Intensitas Radiasi Matahari, Temperatur dan Kelembaban Udara Terhadap Fluktasi Konsentrasi Ozon Permukaan Di Bukit Kota Tabang Tahun 2005-2010. *Jurnal Fisika Unand* 3(3):177-183, ISSN 2302-8491.
- Megalina, Y., 2015. Pengaruh Pencemaran Udara Di Daerah Terminal Amplas Bagi Kehidupan Masyarakat. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 21(79), 94-101.
- Miller, 2007., Coal Energy Sistem., U.S.A.
- Moestikahadi., 2003. Limbah Kimia Dalam Pencemaran Udara dan Air. Yogyakarta : Airlangga.
- Mukono, H.J., 2005. Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan. Edisi Kedua. Surabaya : Airlangga University Press.
- Pergub prof.Jambi No. 20. 2007. Baku Mutu Lingkungan Daerah Provisi Jambi.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 tahun 1999 tentang Pengendaliann Pencemaran Udara.
- Pratama, A. A., Tamtomo Kiono. B.F., 2021. Potensi Energi Batubara Serta Pemanfaatan dan Teknologinya di Indonesia Tahun 2020-2050 : Gasifikasi Batubara. *Jurnal Energi Baru & Terbarukan*. 2(2) : 53.
- Septiyan, N., 2010. Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran Lingkungan. Departemen Perindustrian RI. Jakarta.
- Setiawan, Y., Surahman. A., Kailani. Z., 2017. Pencemaran Emisi Boiler Menggunakan Batubara Pada Industri Tekstil Serta Kontribusinya Terhadap Gas Rumah Kaca. *Jurnal Ilmiah Arena Tekstil*. 27(2) : 55-101.
- Slamet, J.S., 2009. Kesehatan Lingkungan. Cetakan Kelima. Yogyakarta: Gadjah Mada.
- Supriadi, et.al., 2008. Analisis Kualitas Batubara Berdasarkan Nilai HGI Dengan Standar ASTM. *Jurnal Ilmu Fisika*. Indonesia, Jurusan Fisika. FMIPA. Universitas Bengkulu : Bengkulu.

- Soeritmadja, 1997., Mortality and Morbidity as Related To Air Pollution. USA: University Of Minnesota.
- SNI 7119.2: 2017, Cara Uji Kadar Nitrogen Dioksida (NO₂) Dengan Metode Gries Saltzman Menggunakan Spektrofotometer.
- SNI 7119.7: 2017, Cara Uji Kadar Sulfur Dioksida (SO₂) Dengan Metode Pararosanilin Menggunakan Spektrofotometer.
- SNI 7119.8: 2017, Cara Uji Kadar Ozon Dengan Metode Neutral Buffer Kalium Iodida (NBKI) Menggunakan Spektrofotometer
- Wiwiek, S., 2012. Kajian Mengenai Gas Nitrous Dioksida (N₂O) Sebagai Salah Satu Gas Rumah Kaca Yang memicu Potensi Besar Terhadap Pemanasan Global. *Jurnal Indonesia*. 1(1).
- Xue, et.al., 2015. Comparison Of Exhaust Emissions Resulting From Cold and Hot-Star. *Jurnal Of The Air & Waste Management Association*.
- Wardoyo, A. Y. P., Emisi Partikulat Kendaraan Bermotor dan Dampak Kesehatan. Malang : Universitas Brawijaya Press.
- Wardhana., Wisnu. A., 2001. Dampak Pencemaran Lingkungan. Yogyakarta: Airlangga.
- Wardhana., Wisnu. A., 2004. Dampak Pencemaran Lingkungan. Yogyakarta: Penerbit Andi. Offshet.

