

# STUDI EMISI HIDROKARBON, PARTIKULAT, DAN KARBON MONOKSIDA PADA PROSES PENGGUNAAN BATU BARA SEBAGAI SUMBER ENERGI PLTU JERANJANG

## STUDY OF HYDROCARBON, PARTICULATE, AND CARBON MONOXIDE EMISSIONS IN THE PROCESS OF COAL USAGE AS A SOURCE OF ENERGY IN PLTU JERANJANG

M. Hadi Mustafid\*

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

\*E-mail: [afidhadi918@gmail.com](mailto:afidhadi918@gmail.com)

**Abstrak.** Penelitian ini dilatarbelakangi oleh proses pengoperasian PLTU dengan menggunakan bahan bakar batu bara berkalori rendah (*Low Rank Coal*). Pembakaran batu bara ini menghasilkan zat berbahaya bagi kesehatan seperti hidrokarbon, partikulat, dan karbonmonoksida yang dapat menyebabkan gangguan pada pernapasan, serta menyebabkan pencemaran pada udara. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui hasil uji sampel dari hidrokarbon, partikulat, dan karbon monoksida, dan untuk mengetahui data meteorologi di PLTU Jeranjang Lombok Barat. Jenis penelitian ini adalah kuantitatif lapangan dengan melakukan Analisa Laboratorium yang bertujuan untuk mengetahui hasil uji kualitas udara ambien berupa hidrokarbon, partikulat ( $PM_{2,5}$  dan  $PM_{10}$ ), dan karbon monoksida di PLTU Jeranjang. Hasil uji sampel udara ambien di PLTU Jeranjang menunjukkan bahwa tingkat pencemaran udara di sekitar PLTU Jeranjang tidak melebihi baku mutu yaitu kadar hidrokarbon pada pengukuran selama 3 jam didapatkan hasil  $1.8 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  dengan baku mutu  $160 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ , kadar partikulat pada pengukuran selama 24 jam yaitu ( $PM_{(2,5)}$ ) sebanyak  $22.78 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  dan ( $PM_{(10)}$ ) sebanyak  $57.45 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  dengan baku mutu ( $PM_{(2,5)}$ ) sebanyak 55 dan ( $PM_{(10)}$ )  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  sebanyak  $75 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ , semetara itu kadar karbon monoksida pada pengukuran selama 1 jam yaitu  $2018 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  dengan baku mutu  $10000 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021.

**Kata kunci:** Kualitas Udara, Batu Bara, Udara Ambien PLTU Jeranjang.

**Abstract.** This research is motivated by the process of operating a PLTU using low-rank coal as fuel. Burning coal produces substances hazardous to health such as hydrocarbon, particulate, and carbonmonoxide which can cause respiratory problems and cause air pollution. The purpose of this research is to find out the results of sample tests for carbon, particulates, and carbon monoxide, as well as to find out meteorological data at PLTU Jeranjang, West Lombok. This type of research is field shooting by conducting Laboratory Analysis which aims to determine the results of ambient air quality tests in the form of carbon dioxide, particulate matter ( $PM_{2.5}$  and  $PM_{10}$ ), and carbon monoxide at PLTU Jeranjang. The results of the ambient air sample test at the PLTU Jeranjang showed that the level of air pollution around the PLTU Jeranjang did not exceed the quality standard, namely carbonate levels in the measurement for 3 hours yielded  $1.8 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  with a quality standard of  $160 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ , particulate levels in the measurement for 24 hours, namely ( $PM_{(2.5)}$ ) was  $22.78 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  and ( $PM_{(10)}$ ) was  $57.45 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  with a quality standard of ( $PM_{(2.5)}$ ) of 55 and ( $PM_{(10)}$ )  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  is  $75 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ , meanwhile the carbon monoxide level in measurement for 1 hour is  $2018 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  with a quality standard of  $10000 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  in accordance with Republic of Indonesia Government Regulation Number 22 of 2021.

**Keywords:** Air Quality, Coal, PLTU Jeranjang Ambient Air.

## PENDAHULUAN

Energi listrik saat ini telah menjadi kebutuhan utama masyarakat Indonesia. Diperkirakan kebutuhan listrik Indonesia di masa yang akan datang hampir mencapai dua kali lipat dari kebutuhan listrik nasional pada tahun 2014 yaitu 221.296 GWh (Gultom, 2017). Dalam pemenuhan kebutuhan listrik di Indonesia sebagian besar menggunakan batu bara (Menteri ESDM, 2016). Untuk memenuhi pasokan listrik PLN telah membangun satu unit PLTU di Pulau Lombok yaitu PLTU Jeranjang yang terletak di Desa Taman Ayu, Kecamatan Gerung, Kabupaten Lombok Barat. Pembangkit listrik ini menjadi salah satu tulang punggung sistem kelistrikan di wilayah NTB. Memiliki kapasitas 1x25 dan 2x25 MW (PJB, 2007 dalam Rancak, 2022). Dalam pengoperasiannya menggunakan bahan bakar batu bara berkalori rendah (Low Rank Coal). Kebutuhan pasokan batu bara untuk pengoperasian PLTU Jeranjang tahun 2015 mencapai 135.222 MT (PLN, 2015 dalam Rancak, 2022).

Partikulat merupakan salah satu parameter polutan di udara. Unsur partikulat ini dapat mempengaruhi kesehatan manusia sebagai reseptor terutama menyebabkan gangguan pada sistem respirasi. Masuknya partikulat ke dalam sistem respirasi manusia dipengaruhi ukuran partikulat. Ukuran  $< 2 \mu\text{m}$  akan mudah masuk ke dalam saluran respirasi dan akan mudah keluar kembali bersama udara ekspirasi (Zannaria *et al.*, 2009).

Hidrokarbon merupakan komponen yang berperan dalam produksi oksidan fotokimia di mana berdasarkan struktur molekulnya dibedakan menjadi hidrokarbon alifatik, aromatic dan alisiklis. Hidrokarbon aromatik lebih berbahaya dibandingkan kedua jenis hidrokarbon yang lainnya. Campuran produk-produk sebagai akibat pembebasan hidrokarbon ke atmosfer akan mengganggu siklus fotolitik *nitrogen dioksida* ( $\text{NO}_2$ ) yang disebut dengan *smog fotochemical* berupa gabungan antara asap dan kabut, tentunya hal ini akan sangat mengganggu sarana transportasi baik darat, laut dan udara karena terbatasnya jarak pandang. Gas hidrokarbon apabila dihirup dapat menyebabkan iritasi pada membran mukosa dan menimbulkan infeksi paru-paru bila terhisap. Dampak lain yang ditimbulkan dari gas hidrokarbon yang keluar antara lain, dapat menyebabkan penyerapan oksigen bagi tubuh berkurang karena darah yang mengikat gas hidrokarbon yang keluar (Zhongcao, 2014).

Karbon monoksida (CO) merupakan senyawa gas beracun hasil pembakaran tidak sempurna kendaraan bermotor yang dapat mencemari udara dan mengganggu kesehatan manusia (Apriyanti, 2017). Karbon monoksida (CO) juga merupakan salah satu senyawa yang terkandung dalam emisi gas buangan (Ratnawati, *et al.*, 2010). Gas karbon monoksida (CO) ini gas yang tidak memiliki bau, tidak berwarna, tidak berasa, dan merupakan gas buangan

kendaraan bermotor sebanyak 6%. Pembakaran yang tidak sempurna akan menghasilkan gas CO dari bahan fosil, hasil industri dan material lain yang mengandung gasoline, kerosene, minyak, propane, batu bara dan hasil pembakaran mesin kendaraan bermotor dan industri (Wardhana, 1995). Pertumbuhan sektor industri mengakibatkan penambahan emisi pencemaran ke udara sehingga berpotensi mempengaruhi konsentrasi polutan pada udara ambien. Polutan yang diemisikan oleh industri akan mengalami penyebaran di atmosfer yang dipengaruhi oleh dinamika atmosfer seperti kecepatan dan arah angin, turbulensi, suhu udara, kestabilan atmosfer dan ketinggian wilayah Aprilina *et al.*, (2016). Polutan tersebut dapat berupa partikulat, hidrokarbon dan karbon monoksida, sehingga sehingga perlu dilakukan penelitian terkait pengaruh penggunaan batu bara terhadap kualitas udara di sekitar PLTU Jeranjang.

## **MATERI DAN METODE**

### **Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 26 Oktober sampai 26 November 2021, pengambilan sampel dilakukan di PLTU Jeranjang, Desa Taman ayu, Kecamatan Gerung, Kabupaten Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat dan pengujian sampel dilakukan di Laboratorium PT. ITEC Solution Indonesia, Bogor, Jawa Barat.

### **Prosedur Kerja**

#### **1. Pengamatan Teknologi Pengelolaan Gas Buang**

Pengelolaan gas buang sangat dibutuhkan untuk membersihkan emisi gas buang salah satunya dengan metode Mesin Berkas Elektron (MBE). Proses pengolahan gas buang dengan MBE merupakan proses pengolahan kering gas buang menggunakan berkas elektron secara simultan untuk mereduksi gas emisi buangan.

##### **a. Observasi lapangan**

Observasi lapangan merupakan metode pengumpulan data dengan cara mengamati atau meninjau secara cermat dan langsung di lokasi penelitian untuk mengetahui kondisi yang terjadi di PLTU Jeranjang. Adapun data yang diambil untuk penelitian ini yaitu; kualitas udara ambien di lingkungan PLTU Jeranjang.

##### **b. Penentuan titik lokasi**

Penentuan titik lokasi penelitian dilakukan berdasarkan SNI 19-7119.6-2005 dengan mempertimbangkan faktor meteorologi (arah dan kecepatan angin), faktor geografi seperti

topografi dan tata guna lahan sehingga di dapatkan lokasi pengambilan sampel di sebelah utara PLTU jeranjang dengan titik koordinat S 08° 65' 42.55'' E 116° 07' 31.05''.

c. Persiapan pengambilan sampel

Persiapan pengambilan sampel meliputi personil, peralatan, prosedur pengambilan sampel, wadah sampel, dan dokumentasi.

d. Pengambilan sampel

Pengambilan sampel dilakukan untuk kebutuhan pengujian di laboratorium.

2. Pengambilan Sampel Udara

a. Hidrokarbon

Pengambilan sampel hidrokarbon berdasarkan SNI 7119.13:2009 yaitu:

- Pengambilan sampel uji

Pengambilan sampel uji dilakukan dengan cara pertama, alat dipasang sedemikian rupa sehingga siap untuk pengambilan sampel uji. Kemudian, laju pompa vakum diatur sesuai dengan kantong pengumpul yang digunakan.

- Persiapan pengujian dan prosedur kalibrasi

Langkah pertama dalam melakukan persiapan pengujian dan prosedur kalibrasi yaitu dilakukannya *zero calibration* dengan zero gas sesuai dengan manual alat. Kemudian langkah selanjutnya, dilakukan *span calibration* dengan gas sesuai dengan manual awal.

b. Partikulat (PM<sub>2,5</sub> dan PM<sub>10</sub>)

Metode pengambilan sampel partikulat berdasarkan SNI 7119.15:2016 yaitu:

- Pengambilan sampel uji

Langkah-langkah dalam pengambilan sampel uji yaitu ditematkannya alat uji pada posisi dan lokasi pengukuran menurut metode penentuan lokasi titik ambien sesuai SNI 19-7119.6-2005. Kemudian, filter ditempatkan pada filter holder yang dipasangkan pada inlet selektif PM<sub>2,5</sub> dan PM<sub>10</sub>. Langkah selanjutnya yaitu dilakukan pengambilan contoh uji selama 24 jam ± 1 jam dengan menyambungkan pencatat waktu ke motor untuk mendeteksi kehilangan waktu karena gangguan listrik kemudian hidupkan alat uji dan pantau laju alir udara setiap jam. Catat waktu, tanggal, temperatur, tekanan barometer, serta laju alir, pastikan laju alir udara berada pada rentang 1,1 m<sup>3</sup>/menit sampai dengan 1,7 m<sup>3</sup>/menit.

c. Karbon Monoksida

Metode pengambilan sampel partikulat berdasarkan SNI 7119.10:2011 yaitu:

- Pengambilan sampel uji

Langkah pertama dalam pengambilan sampel uji yaitu alat dipasang sedemikian rupa sehingga siap untuk pengambilan sampel uji. Selanjutnya laju pompa vakum diatur sesuai dengan kantong pengumpul yang digunakan.

- Persiapan pengujian dan prosedur kalibrasi

Langkah pertama yang dilakukan dalam perisapan pengujian dan prosedur kalibrasi yaitu dilakukannya *zero calibration* dengan zero gas sesuai dengan manual alat. Selanjutnya, dilakukan *span calibration* dengan gas sesuai dengan manual awal

### 3. Pengambilan Data Meteorologi

Pengambilan data meteorologi pada kelembapan dilakukan dengan meletakkan sangkar meteorologi yang berisi sensor atau termometer pada ketinggian 1,25-2 m dengan toleransi kurang dari 0,2<sup>0</sup>C. Ketidakakuratan pengamatan suhu dan kelembapan dapat disebabkan oleh Obstacle (sensor suhu yang memengaruhi kesetimbangan sangkar meteorologi), lingkungan buatan di sekitar sangkar termometer seperti lapisan yang dapat memanaskan udara pada saat malam hari, dan lingkungan yang dapat memantulkan panas ke arah sensor suhu ke permukaan air dan tembok. Pengambilan data suhu, diperlukan standar penempatan alat pengamat suhu yaitu lebih dari 100 m dari sumber panas atau permukaan yang dapat memantulkan panas seperti bangunan, beton, tempat parkir mobil dll, lebih dari 100 dari permukaan yang berair seperti danau atau kolam, dan terhindar dari bayang benda ketika tinggi matahari mencapai 5<sup>0</sup>C Pengambilan data untuk mengukur arah angin yaitu dengan menempatkan anemometer dengan jarak obstacle berupa vegetasi atau bangunan dari kaki tiang anemometer minimal 30 kali tinggi obstacle tersebut atau sudut yang terbentuk kurang dari 1,9<sup>0</sup>C Untuk obstacle tipis seperti tiang atau pohon yang ramping/tipis, tingginya tidak boleh lebih dari 8 m dengan jarak minimal 15 kali lebar obstacle tersebut terhadap tiang anemometer, dan Obstacle tunggal kurang dari 4m dapat diabaikan.

### 4. Pengujian Sampel dan Analisis Laboratorium

a. Hidrokarbon. Metode pengujian berdasarkan SNI 7119.13:2009, standar ini digunakan untuk penentuan kadar hidrokarbon (HC) meliputi hidrokarbon total (THC), hidrokarbon metana (MHC), dan hidrokarbon non metana (NMHC) udara ambien menggunakan *hydrocarbon analyzer* dengan detektor ionisasi nyala (*flame ionization detector*, FID).

- Pengujian

- Dikondisikan alat ukur sesuai dengan manual peralatan
- Dihubungkan kantong pengumpul berisikan sampel uji gas HC ke katup gas masuk pada alat ukur

- Dilakukan pengukuran
  - Dicatat data yang diperboleh
- Perhitungan

Kadar hidrokarbon (HC) dapat dibaca langsung dari pencatat (recorder) dengan satuan ppm untuk kemudian dapat dikonversikan ke satuan  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  Untuk Kadar Hidrokarbon metana

$$C_{\text{MHC}} = C_{\text{MHC,A}} \times \frac{16}{24,45} \times 1000 \quad (1)$$

Keterangan:

$C_{\text{MHC}}$  : adalah kadar HC metana dalam udara ambient dihitung sebagai ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )

$C_{\text{MHC,A}}$  : adalah kadar HC metana dalam udara ambient hasil pembacaan alat (ppm)

16 : adalah berat molekul metana

24,45 : adalah volum gas pada kondisi normal 25°C, 760 mmHg (L)

Untuk kadar hidrokarbon non metana:

$$C_{\text{THC}} = C_{\text{MHC}} + C_{\text{NMHC}} \quad (2)$$

Keterangan:

$C_{\text{THC}}$  : adalah kadar total dalam udara ambient dihitung sebagai metana ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )

$C_{\text{MHC}}$  : adalah kadar hidrokarbon metana dalam udara ambient ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )

$C_{\text{NMHC}}$  : adalah kadar hidrokarbon non metana dalam udara ambient ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ ).

#### b. Partikulat (PM<sub>10</sub>)

Alat yang digunakan pada uji partikulat (PM 10) yaitu peralatan HVAS yang dilengkapi dengan inlet selektif PM<sub>2,5</sub>, timbangan analitik dengan ketelitian 0,1 mg, barometer, manometer yang mampu mengukur hingga 4 KkPa (40 cm H<sub>2</sub>O) atau pencatat laju alir yang mampu membaca laju alir dengan ketelitian minimum 0,1 m<sup>3</sup>/menit, pencatat waktu yang mampu membaca selama 24 jam, thermometer, desikator, pinset. Bahan; filter serat kaca (fiber glass), filter serat kuarsa, filter politetrafluoroetilena (PTFE) yang dilapisi serat kaca (fiber glass) dan filter membrane PTFE.

- Perhitungan

Koreksi laju alir pada kondisi standar

$$Q_s = Q_0 \times \left[ \frac{T_s \times P_0}{T_0 \times P_s} \right]^{1/2}$$

Keterangan :

$Q_s$  : adalah laju alir volume dikoreksi pada kondisi standar (Nm<sup>3</sup>/menit)

$Q_0$  : adalah laju alir volume uji (m<sup>3</sup>/menit)

$T_s$  : adalah temperature standar, 298 K

$T_0$  : adalah temperature rata-rata actual (273 + T ukur) dimana  $Q_0$  ditentukan

$P_s$  : adalah tekanan barometrik standar, 101.3 kPa (760 mmHg)

$P_0$  : adalah tekanan barometric rata-rata actual dimana  $Q_0$  ditentukan.

- Volume udara yang diambil

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n} \times t$$

Keterangan :

$V$  : adalah volume udara yang diambil ( $Nm^3$ )

$Q_i$  : adalah pencatatan laju alir ke – I ( $Nm^3$ /menit)

$n$  : adalah jumlah pencatatan laju alir

$t$  : adalah durasi pengambilan sampel uji (menit)

- Konsentrasi  $PM_{10}$  dalam udara ambien

Konsentrasi  $PM_{10}$  dalam contoh uji dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$C = \frac{(W_2 - W_1)}{V_{std}} \times 10^6$$

Keterangan :

$C$  : adalah konsentrasi massa partikel tersuspensi ( $\mu g/Nm^3$ )

$W_1$  : adalah berat filter awal (g)

$W_2$  : adalah berat filter akhir (g)

$V_{std}$  : adalah volume sampel uji udara dalam keadaan standar ( $Nm^3$ )

$10^6$  : adalah konversi gram (g) ke microgram ( $\mu g$ )

- c. Partikulat ( $PM_{2,5}$ )

Alat yang digunakan pada uji partikulat ( $PM_{2,5}$ ) peralatan HVAS yang dilengkapi dengan inlet selektif  $PM_{2,5}$ , timbangan analitik dengan ketelitian 0,1 mg; barometer, manometer yang mampu mengukur hingga 4 kPa (40 cm HH2O) atau pencatat laju alir yang mampu membaca laju alir dengan ketelitian minimum 0,1  $m^3$ /menit, pencatat waktu yang mampu membaca selama 24 jam, thermometer, desikator, pinset. Bahan; filter serat kaca (fiber glass), filter serat kuarsa, filter politetrafluoroetilena (PTFE) yang dilapisi serat kaca (fiber glass), filter membran PTFE.

- Perhitungan

$$Q_s = Q_0 \times \left[ \frac{T_s \times P_0}{T_0 \times P_s} \right]^{1/2}$$

Keterangan :

$Q_s$  : adalah laju alir volume dikoreksi pada kondisi standar ( $Nm^3$ /menit)

$Q_0$  : adalah laju alir volume uji ( $m^3$ /menit)

$T_s$  : adalah temperature standar, 298 K

$T_0$  : adalah temperature rata-rata actual ( $273 + T$  ukur) dimana  $Q_0$  ditentukan

$P_s$  : adalah tekanan barometrik standar, 101.3 kPa (760 mmHg)

$P_0$  : adalah tekanan barometric rata-rata actual dimana  $Q_0$  ditentukan.

- Volume udara yang diambil

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n} \times t$$

Keterangan :

$V$  : adalah volume udara yang diambil ( $Nm^3$ )

$Q_i$  : adalah pencatatan laju alir ke – I ( $Nm^3$ /menit)

$n$  : adalah jumlah pencatatan laju alir

$t$  : adalah durasi pengambilan contoh uji (menit)

- Konsentrasi  $PM_{2,5}$  dalam udara ambien

$$C = \frac{(W_2 - W_1)}{V_{std}} \times 10^6$$

Keterangan :

$C$  : adalah konsentrasi massa partikel tersuspensi ( $\mu g/Nm^3$ )

$W_1$  : adalah berat filter awal (g)

$W_2$  : adalah berat filter akhir (g)

$V_{std}$  : adalah volume contoh uji udara dalam keadaan standar ( $Nm^3$ )

$10^6$  : adalah konversi gram (g) ke microgram ( $\mu g$ )

#### d. Karbon monoksida

Alat yang digunakan pada uji karbon monoksida yaitu kantong pengumpul (tedlar bag) atau tabung pengumpul (glass container, metal container) dan alat ukur CO dengan detektor NDIR. Bahan; gas nol (zero gas) :  $N_2$  atau He berisi kurang dari 0,1 ppm CO, gas rentang induk : gas standar CO untuk skala penuh 80 % digunakan untuk kalibrasi rentang instrument, gas rentang kerja : gas standar CO yang diperlukan untuk uji linieritas dengan rentang 10 %; 20 %; 50 % dan 80 % dari skala penuh.

- Pengujian sampel uji

a. Dikondisikan alat ukur hingga siap untuk pengukuran

b. Dipastikan alat dalam keadaan terkalibrasi sesuai dengan petunjuk pembuatan kurva kalibrasi

c. Dihubungkan wadah pengumpul berisi contoh uji gas CO ke katup gas masuk pada alat ukur

d. Dilakukan pengukuran

e. Dicatat data yang diperoleh.

Catatan: Butir c) dilaksanakan apabila digunakan wadah pengumpul contoh uji



- Perhitungan

Konsentrasi gas CO dibaca langsung dari pencatat (recorder) dengan satuan ppm. Konversi ke satuan mg/Nm<sup>3</sup> menggunakan rumus sebagai berikut :

$$C2 = C1 \times \frac{28}{24,45} \times 1000$$

Keterangan:

C2 : adalah konsentrasi CO dalam udara ambien (µmg/Nm<sup>3</sup>);

C1 : adalah konsentrasi CO dalam udara ambien (ppm); 28 adalah berat molekul CO; 24,45 adalah volum gas pada kondisi normal 25°C, 760 mmHg (L).

## **Analisis Data**

### 1. Perbandingan baku mutu

Standar baku mutu udara ambien yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 22 Tahun 2021, dimana standar baku mutu hidrokarbon yaitu 160 µg/Nm<sup>3</sup>, PM<sub>2,5</sub> 55 µg/Nm<sup>3</sup>, PM<sub>10</sub> 75 µg/Nm<sup>3</sup>, dan karbon monoksida 10.000 µg/Nm<sup>3</sup>.

### 2. Pengolahan dan validasi data

Data hasil penelitian kualitas udara ambien di PLTU Jeranjang tahun 2021 disatukan dengan data hasil pengukuran dari Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi NTB tahun 2019, 2020 dan 2021 lalu dijabarkan dalam bentuk tabel kemudian dianalisis secara deskriptif selanjutnya dibahas secara literatur.

### 3. Studi pustaka

Studi pustaka merupakan studi literatur-literatur yang dibutuhkan selama penelitian, yang berisikan tentang penelitian yang diangkat diantaranya mengenai hidrokarbon, partikulat, dan karbon monoksida yang dihasilkan dari pembakaran batu bara terhadap manusia dan lingkungan sekitar. Studi pustaka dapat bersumber dari skripsi, jurnal ilmiah maupun laporan lainnya.

## **HASIL DAN DISKUSI**

### **Hasil**

#### 1. Hasil Uji Sampel HC, PM 2,5, PM 10 dan CO di Laboratorium

Tabel 1.1 Hasil uji laboratorium pengukuran hidrokarbon, partikulat, karbon monoksida di PLTU Jeranjang

Parameter	Waktu Pengukuran	Hasil ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	Baku Mutu	Metode
HC	3 Jam	1,8	160	SNI7119.13-2009
PM <sub>2,5</sub>	24 jam	22,78	55	SNI7119.14:2016
PM <sub>10</sub>	24 jam	57,45	75	SNI7119.15-2016
Karbon monoksida	1 jam	2018	10000	SNI19.7119.10-2011

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa kadar hidrokarbon pada pengukuran selama 3 jam didapatkan hasil  $1.8 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  dengan baku mutu  $160 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  sesuai Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021. Selanjutnya kadar PM<sub>(2.5)</sub> pada pengukuran selama 24 jam didapatkan hasil  $22.78 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  dengan baku mutu 55 sesuai Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 dan kadar PM<sub>(10)</sub> pada pengukuran selama 24 jam didapatkan hasil  $57.45 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  dengan baku mutu 75 sesuai Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021. Sementara itu kadar karbon monoksida pada pengukuran selama 1 jam didapatkan hasil  $2018 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  dengan baku mutu 10000 sesuai Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021.

## 2. Perbandingan Hasil Uji Sampel HC, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub> dan CO 2019, 2020, 2022

Tabel 1. 1 Perbandingan Data Hasil Uji Sampel HC, PM 2,5, PM 10 dan CO 2019, 2020, 2022.

Parameter	2019	2020	2021	Satuan	Baku Mutu
Hidrokarbon	0	5,27	1,8	$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	160
Karbon Monoksida	7,863	5,118	2,018	$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	10,000
PM (2,5)	23,6	17,31	22,21	$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	55
PM (10)	0	47,81	22,78	$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	75

Sumber: Data Primer 2021 dan Data DLHK 2019, 2020, 2021.

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa perbandingan kadar hidrokarbon dari data Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Propinsi NTB di sekitar PLTU Jeranjang pada pengukuran selama 2 tahun berturut-turut dan hasil penelitian 2021 didapatkan hasil; pada tahun 2019 tidak ada catatan hasil uji, pada tahun 2020 kadar hidrokarbon yaitu  $5,27 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  dan pada tahun 2021 di dapatkan hasil  $1.8 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  dengan baku mutu  $160 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$

sesuai Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021. Selanjutnya kadar karbon monoksida pada pengukuran tahun 2019 didapatkan hasil 7,863  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ , tahun 2020 di dapatkan hasil 5,118  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  dan pada tahun 2021 didapatkan hasil 2,018  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  dengan baku mutu 10,000 sesuai Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021. Sementara itu kadar  $\text{PM}_{(2,5)}$  pada pengukuran tahun 2019 didapatkan hasil 23,6  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ , pada tahun 2020 didapatkan hasil 17,31  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  dan pada tahun 2021 didapatkan hasil 22,21  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  dengan baku mutu 55 sesuai Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021. Sedangkan kadar  $\text{PM}_{(10)}$  pada tahun 2019 tidak ada catatan, pada tahun 2020 didapatkan hasil 47.81  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  dan pada tahun 2021 didapatkan hasil 22.78  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  dengan baku mutu 75 sesuai Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021.

### 3. Pengukuran Data Meteorologi

Tabel 1.2 Hasil uji laboratorium pengukuran data meteorologi di PLTU Jeranjang

No	Parameter	Hasil	Baku Mutu	Satuan
1.	Suhu	25-35	18-30	$^{\circ}\text{C}$
2.	Kelembaban	54-96	40-60	%
3.	Kecepatan Angin	1.4-3.7	-	Km/jam
4.	Arah Angin	Utara-Selatan	-	-
5	Cuaca	Cerah	-	-

Sumber: Hasil Analisis Data Meteorologi di Lokasi Pengambilan Sampel

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa hasil pengukuran data meteorologi yaitu: suhu 25-35  $^{\circ}\text{C}$ , kelembapan 54-96 %, kecepatan angin 1.4-3.7 Km/jam, arah angin Utara-Selatan, dan cuaca cerah.

#### Diskusi

Hubungan antara suhu udara terhadap konsentrasi hidrokarbon yaitu Jika reaksi terjadi pada suhu tinggi atau laju reaksi tinggi maka rute reaksi akan mengarah terbentuknya hidrokarbon aromatik (Masuda *et al.*, 2011). Senyawa aromatik yaitu senyawa karbon yang terdiri dari 6 atom C yang membentuk rantai benzena. Suhu mempengaruhi kestabilan katalis dimana semakin rendahnya suhu reaksi maka deaktivasi katalis semakin cepat. Suhu yang lebih rendah maka kestabilan katalisnya menjadi pendek.

Selanjutnya hubungan antara suhu dengan partikulat yaitu semakin tinggi suhu maka nilai partikulat ikut meningkat, hal ini sesuai dengan pernyataan Syech *et al.*, (2017) bahwa partikulat maksimum terjadi pada suhu meningkat sedangkan partikulat minimum terjadi pada

suhu menurun. Hal ini juga didukung oleh pernyataan Yenny, (2012) bahwa suhu udara yang tinggi akan menyebabkan bahan pencemar dalam udara berbentuk partikel menjadi kering dan ringan sehingga bertahan lebih lama di udara, terutama pada musim kemarau dimana keadaan udara lebih kering sehingga polutan udara pada keadaan musim kemarau cenderung tinggi karena tidak terjadi pengenceran polutan di udara.

Hubungan antara suhu udara terhadap konsentrasi karbon monoksida yaitu semakin tinggi suhu udara maka konsentrasi CO semakin tinggi hal ini terjadi karena adanya suhu yang tinggi akan mempercepat terjadinya penguraian (disosiasi) gas CO. Suhu udara yang tinggi akan menyebabkan udara semakin renggang sehingga konsentrasi pencemar menjadi semakin rendah dan sebaliknya pada suhu yang dingin keadaan udara semakin padat sehingga konsentrasi pencemar di udara semakin tinggi (Yeni, 2012 *dalam* Mustaha, 2016). Selain itu, semakin tinggi suhu udara maka jumlah gas CO yang terdisosiasi menjadi C dan O semakin banyak (Mustaha, 2016). Hal ini juga didukung oleh pernyataan dari Aprilina *et al.*, (2016) bahwa gas CO lebih cepat terbentuk dari penguraian karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) pada suhu tinggi.

Hubungan antara suhu udara terhadap konsentrasi karbon monoksida yaitu semakin tinggi suhu udara maka konsentrasi CO semakin rendah hal ini terjadi karena suhu tinggi mempercepat proses penguraian (disosiasi) gas CO. Hal ini sesuai dengan pernyataan Andriani *et al.*, (2019) bahwa suhu udara yang tinggi menyebabkan konsentrasi gas CO cenderung menurun dan sebaliknya, hal tersebut disebabkan pada suhu udara yang tinggi udara lebih mudah memuai sehingga dispersi udara akan terjadi lebih cepat. Akibatnya konsentrasi gas pencemar semakin rendah.

Pengukuran kelembapan di PLTU Jeranjang selama 24 jam didapatkan hasil rata-rata 54-96 %, sementara itu baku mutu kelembapan udara yaitu 40-60 %. Hal ini menandakan bahwa kelembapan udara di lingkungan PLTU Jeranjang melebihi standar baku mutu. Hubungan antara kelembapan dengan partikulat yaitu ketika kelembapan meningkat maka jumlah partikulat meningkat hal ini sesuai dengan pernyataan (Syech, 2017). bahwa partikulat meningkat terjadi saat kelembapan udara meningkat, sedangkan partikulat minimum terjadi pada kelembapan minimum. Hal ini dikarenakan kelembapan udara yang rendah menyebabkan terbentuknya kabut yang menghalangi radiasi matahari sehingga memperpanjang waktu pencemaran yang menyebabkan meningkatnya partikulat. Sementara itu pada kelembapan rendah akan menyebabkan banyak uap air yang bereaksi dengan gas-gas di udara sehingga partikulat akan berkurang (Syech, 2017).

Hubungan antara kelembapan dengan karbon monoksida yaitu kelembapan udara yang tinggi menyebabkan konsentrasi karbon monoksida menjadi tinggi dikarenakan

terjadinya akumulasi gas CO sehingga dispersi CO akan terhambat. Hal ini didukung oleh pernyataan Ryadi (1994) dalam Paramitha (2006) bahwa pada kondisi kelembaban tinggi dispersi gas CO akan terhambat, hal ini terjadi karena terbentuknya lapisan udara dingin menyebabkan terjadinya akumulasi gas CO sehingga dispersi CO akan terhambat. Selain itu, hubungan kelembaban dengan konsentrasi CO menunjukkan berbanding lurus yaitu jika nilai kelembaban tinggi maka nilai konsentrasi CO akan ikut tinggi, dan jika kelembaban rendah maka CO akan rendah (Ramayana *et al.*, 2013).

Pengukuran kecepatan angin di PLTU Jeranjang selama 24 jam didapatkan hasil rata-rata 1.4-1.7 km/jam. Hubungan antara kecepatan angin dengan partikulat yaitu ketika kecepatan angin meningkat maka jumlah partikulat menurun hal ini sesuai dengan pernyataan (Syech, 2017) bahwa partikulat maksimum terjadi saat kecepatan angin menurun, sedangkan partikulat minimum terjadi pada kecepatan angin meningkat. Hal ini dikarenakan kecepatan angin yang rendah di permukaan sehingga menyebabkan partikulat di udara naik.

Hubungan antara kecepatan angin dengan karbon monoksida yaitu ketika kecepatan angin meningkat maka jumlah karbon monoksida menurun hal ini sesuai dengan pernyataan (Syech, 2017) bahwa partikulat maksimum terjadi saat kelembaban udara meningkat, sedangkan partikulat minimum terjadi pada kecepatan angin minimum. Pengukuran arah angin di PLTU Jeranjang selama 24 jam didapatkan hasil yaitu arah anginnya utara-selatan. Pengukuran cuaca di PLTU Jeranjang selama 24 jam didapatkan hasil yaitu cuaca cerah. Hubungan antara cuaca terhadap konsentrasi karbon monoksida yaitu semakin cerah cuaca maka suhu semakin tinggi, dimana dengan tingginya suhu menyebabkan konsentrasi gas CO menjadi turun.

## **KESIMPULAN**

Hasil uji sampel yang telah dilakukan pada laboratorium untuk pengukuran hidrokarbon dengan waktu 3 jam didapatkan hasil 1,8  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  dengan baku mutu 160  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . Untuk uji sampel dalam pengukuran Partikulat jenis  $\text{PM}_{2,5}$  dengan waktu 24 jam didapatkan hasil 22.78  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  dengan baku mutu 55 dan untuk pengukuran Partikulat jenis  $\text{PM}_{10}$  dengan waktu 24 jam didapatkan hasil pengukuran 57.45  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  dengan baku mutu 75. Terakhir, uji sampel untuk mengukur parameter karbonmonoksida yang dilakukan selama 1 jam didapatkan hasil 2018  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  dengan baku mutu 10000. Pengukuran data meteorologi saat pengambilan sampel di PLTU Jeranjang adalah dengan suhu 25-35 °C, kelembapan 54-96 %, kecepatan angin 1.4-3.7 Km/jam, arah angin Utara-Selatan, dan cuaca cerah.

## UCAPAN TERIMAKASIH

1. Prof. Dedy Suhendra, Ph.D selaku dekan fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Mataram.
2. Ibu Dr. Maria Ulfa, S.Si., M.Si selaku Ketua Program Studi Kimia.
3. Bapak Prof. Ir. Surya Hadi, M.Sc., Ph.D selaku Dosen Pembimbing 1 atas saran, bimbingan, nasihat serta dukungannya.
4. Ibu Sri Seno Handayani, ST., MT selaku Dosen Pembimbing 2 atas saran, bimbingan, nasihat serta dukungannya.
5. Kedua orang tua saya tercinta yang selama ini telah memanjatkan doanya sehingga saya dapat menyelesaikan kuliah ini.
6. Universitas Mataram (UNRAM) yang telah memberikan kesempatan studi.
7. Direktur PLTU Jeranjang yang telah mengizinkan menggunakan sampel penelitian.
8. Kepala Dinas Lingkungan Hidup Provinsi NTB yang telah mengizinkan untuk menggunakan data hasil laporan udara ambien di PLTU Jeranjang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, H., Jamaluddin., M.A., dan Amiruddin, 2019, Analisa Pembangkit Listrik dengan Tenaga Uap di PLTU, ILTER, 14(1): 2024-2034.
- Apriyanti, S. N. H., 2017, Analisis Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) pada Ruang Parkir Ayani Mega Mall Kota Pontianak, Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah, (5):1.
- Asmarini, W., 2022, Energi Terbaru Sebagai Pengganti Batu Bara dalam Pengoperasian PLTU, CNBC Indonesia.
- Cullen, J. T, dan Maldonado, M. T., 2013, "Chapter 2 Biogeochemistry of Environment, Cadmium: From Toxicity to Essentiality." *In BiogeoChemistry Of Cadmium and Its Release to te Environment*, by Sigel A, Sigel and K, O, Sigel R. Spinger.
- Gultom, T. T., 2017, Pemenuhan Sumber Tenaga Listrik di Indonesia, Jurnal Ilmiah Research Sains, 3(1): 130.
- Iramawati. C., 2017, Pemetaan Konsentrasi SO<sub>2</sub> Ambien dan Pengaruh Aspek Meteorologi (Kecepatan Angin, Kelembapan dan Suhu Udara) Terhadap Konsentrasi SO<sub>2</sub> Ambien di Sekitar Kawasan Industri Medan, Skripsi, Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Larasati. Y. D., 2015, Pengaruh Paparan Debu Batu Bara Terhadap Status Faal Paru Pekerja di PT X Surabaya, Skripsi, Surabaya.
- Miftahuddin, 2016, Analisis Unsur-unsur Cuaca dan Iklim Melalui Uji *Mann-Kendall* Multivariat, Jurnal Matematika, Statistika, I Komputasi. Universitas Hasanuddin, Makassar, 13 (1): 26-38.

- Mustaha, 2016, Studi Kadar Senyawa Karbon Monoksida (CO) di Ruas Jalan Sultan Alauddin Makasar Pada Tahun 2016, Skripsi, Universitas Islam Negeri Sultan Alauddin Makasar.
- Mustasim dan Billah, 2010, Peningkatan Nilai Kalori Batu Bara Peringkat Rendah dengan Menggunakan Minyak Tanah dan Minyak Residu, Universitas Pembangunan Nasional, Press, Jawa Timur.
- Nazir, M., 2014, Metode Penelitian, Cetakan ke-9. Bogor : Ghalia Indonesia.
- Nugroho, H., 2017, Batu Bara Sebagai Pemasok Energi Nasional ke depan: Apa yang Perlu Disiapkan?, Jurnal Perencanaan Pembangunan *The Indonesian Journal of Dev. Planning*, 1(1): 13.
- Nurhayati, C., dan Tri. S., 2015, Pemanfaatan Fly Ash Batu bara Sebagai Bahan Membran Keramik Pada Unit Pengolah Air Gambut, Jurnal Dinamika Penelitian Industri, 26(2): 95-105.
- Nuryanto, Haris. M. G., dan Shelin. M., 2021, Pengaruh Angin Permukaan dan Kelembapan Udara Terhadap *Suspend Particulate Matter* (SPM) di Sorong Periode Januari-juli 2019.
- Prasetia, I., Ma'ruf., dan Riswan, 2016, Potensi Pemanfaatan Limbah Batu Bara Sebagai Bahan Konstruksi di Daerah Rawa, Jurnal Teknologi Berkelanjutan 5(2): 71-78.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 tahun 1999 tentang Pengendaliann Pencemaran Udara.
- Rahmawati, E., 2012, Pengaruh Suhu Terhadap Distribusi Produk Hidrokarbon dan Pembentukan Kokas dari Hasil Reaksi Aseton Menggunakan Katalis HZSM-5 pada Rentang (275 °C-350 °C).
- Rancak. G. T., dan Uzlifatul. A., 2022, Analisis Dampak Operaional PLTU Jeranjang Terhadap Kondisi Sosial dan Ekonomi Masyarakat di Kabupaten Lombok Barat, Jurnal Ilmu Sosial dan Pendidikan (JISIP), 6(1): 1-8.
- Rayana, K., Titik. I., dan Sudarno, 2013. Pengaruh Jumlah Kendaraan dan Faktor Meteorologis (Suhu, Kelembaban, Kecepatan Angin) Terhadap Peningkatan Konsentrasi Gas Pencemar CO (karbon monoksida) pada Persimpangan Jalan Kota Semarang (Studi Kasus Jalan Karang Rejo Raya, Sukun Raya, dan Ngesrep Timur V).
- Sudjatmoko, 2006, Aplikasi Masin Berkas Elektron Untuk Pengolahan Gas Buang, Jurnal GANENDRA, 9(2): 1-10.
- Suwarti., Mulyono., Budhi.P., Ahmad. R., Ika R.D., Lussy .I., dan Wisudawan. P. P., 2017, Pembuatan Monitoring Kecepatan Angin dan Arah Angin Menggunakan Mikrokontroler Arduino, Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Syech, R., Usman. M., dan Riska. F., 2017, Analisis Pengaruh Partikulat Matter PM<sub>10</sub> Terhadap Suhu, Kelembaban Udara dan Kecepatan Angin di Daerah Kulim Kota Pekanbaru.
- SNI 7119.10: 2011, Cara Uji Kadar Karbon Monoksida (CO) Menggunakan Metode Non Dispersive Infra Red (NDIR).

- SNI 7119.13: 2009, Cara Uji hidrokarbon (HC) menggunakan *hydrocarbon analyzer* dengan detektor ionisasi nyala (*Flame Ionization Detector/FID*)
- SNI 7119.14: 2016, Cara Uji Partikel dengan Ukuran  $\leq 2,5 \mu\text{m}$  (PM<sub>2,5</sub>) Menggunakan Peralatan High Volume Air Sampler (HVAS) dengan Metode Gravimetric
- SNI 7119.15: 2016, Cara Uji Partikel dengan Ukuran  $\leq 10 \mu\text{m}$  (PM<sub>10</sub>) Menggunakan Peralatan High Volume Air Sampler (HVAS) dengan Metode Gravimetric
- US EPA Method IO-2.1, 1999, Sampling of Ambient Air for Total Suspended ParticulateMatter (SPM) and PM10 using High Volume (HV) Sampler
- Wardhana, W. A., 1995. Dampak Pencemaran Lingkungan, Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Yulinawati, dan Hernani. 2015. Indeks Kualitas Udara, Bahan Diskusi. Fakultas Arsitektur Lansekap dan Teknologi Lingkungan Universitas Trisakti.
- Zannaria, N. D., Dwina. R., dan Muhayatun. S., 2009, Karakteristik Kimia Paparan Partikulat Terinspirasi, Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia, (9) 1.