



**MODEL SEBARAN SO<sub>2</sub> DAN NO<sub>x</sub> PLTU JENEPOINTO PT. BOSOWA  
ENERGI**

**Sri Ningsih**

**Universitas Muhammadiyah Luwuk Banggai, Teknik Sipil**

**(Naskah diterima: 1 Maret 2020, disetujui: 25 April 2020)**

***Abstract***

*Has conducted a study entitled Distribution Model analysis of SO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> PLTU Jeneponto PT. Bosowa Energy. The purpose of this study is to model the distribution of SO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> from chimney power plant Jeneponto and analyze their effects on the aquatic environment. This model uses a Gaussian analytic approach mathematical model and analyze it with the help of SCREEN. The results showed, dispersed pollutants strongly influenced by atmospheric conditions and wind speed. In the atmospheric stability conditions are very unstable (A) of pollutants spread in the plant area Jeneponto with a maximum concentration at a radius of 1000 meters. Differ on the stability condition B, C, D, E and F, pollutants dispersed away from the source of the chimney > 3200 meters.*

**Keywords:** atmospheric stability, distribution of gaseous pollutants, SCREEN3 model, PLTU Jeneponto.

***Abstrak***

Telah dilakukan penelitian yang berjudul analisis Model Sebaran SO<sub>2</sub> dan NO<sub>x</sub> PLTU Jeneponto PT. Bosowa Energi. Tujuan penelitian ini untuk memodelkan sebaran SO<sub>2</sub> dan NO<sub>x</sub> yang keluar dari cerobong PLTU Jeneponto. Model ini menggunakan pendekatan model matematik analitik Gaussian dan menganalisisnya dengan bantuan SCREEN3. Hasil penelitian menunjukkan, polutan terdispersi sangat dipengaruhi oleh kondisi atmosfer dan kecepatan angin. Pada kondisi kestabilan atmosfer sangat tidak stabil (A) polutan tersebar di kawasan area PLTU Jeneponto dengan konsentrasi maksimum pada radius 1000 meter. Berbeda pada kondisi atmosfer sedikit tidak stabil (B), cukup tidak stabil (C), netral (D), sedikit stabil (E) dan kondisi stabil (F), polutan terdispersi jauh dari sumber cerobong > 3200 meter.

**Kata kunci:** stabilitas atmosfer, sebaran polutan gas, model screen3, PLTU Jeneponto

## I. PENDAHULUAN

Pembangkit listrik merupakan salah satu teknologi yang dapat memenuhi tingkat kebutuhan energi bagi manusia. Energi listrik yang dihasilkan dapat berasal dari bermacam sumber energi salah satunya adalah pembangkit listrik tenaga uap. Salah satu contoh pembangkit listrik tenaga uap di Indonesia adalah Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Jeneponto PT. Bosowa Energi yang terletak di kabupaten Jeneponto, Sulawesi Selatan. Pembangunan PLTU Jeneponto PT. Bosowa Energi Unit 1 dan 2 dengan kapasitas  $2 \times 125$  MW ini diharapkan dapat memenuhi tingkat kebutuhan energi listrik untuk berbagai sektor rumah tangga, industry atau sector pembangunan lainnya.

Pada proses kegiatannya PLTU batubara berpotensi menimbulkan efek berupa emisi pencemar. Emisi-emisi yang dihasilkan dapat berupa SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, VHC (Volatile Hydrocarbon) dan SPM (Suspended Particulate Matter). Polusi ini akan menyebar dari sumbernya melalui proses dispersi dan deposisi, yang dapat menurunkan kualitas udara, tanah dan air (Iswan, 2010). Penggunaan batubara sebagai bahan bakar pengoperasian PLTU akan menghasilkan efek berupa emisi gas dan partikulat yang dapat mencemari

lingkungan. Polutan yang dihasilkan dari pembakaran batubara pada pengoperasian PLTU adalah emisi gas Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), Nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>), Sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) serta Partikel debu yang akan mencegah atmosfir. Emisi yang dihasilkan dari PLTU sangat dipengaruhi oleh kualitas batubara yang digunakan sebagai bahan bakar (Dewi, 2000). Bilamana SO<sub>2</sub> bereaksi dengan air di atmosfir menghasilkan asam sulfat yang dapat mengakibatkan hujan asam yang berpengaruh buruk terhadap vegetasi dan ekosistem air, juga dapat merusak material bangunan, seperti besi-besi baja, beton, dan batu-batuhan (Wiharja, 2002 dalam Sastrawijaya, 2009).

Secara administrative Lokasi PLTU Jeneponto PT. Bosowa Energi terletak di desa Punagaya Kecamatan Bangkala Kabupaten jeneponto Provinsi Sulawesi Selatan (KA ANDAL, 2014). Dengan beroperasinya PLTU Jeneponto tentunya dapat memberikan dampak buruk terhadap lingkungan, apakah itu lingkungan atmosfer maupun lingkungan dibawahnya (litosfer dan biosfer), khususnya perairan. Oleh sebab itu penelitian ini akan memprediksi dampak polusi udara dengan melakukan pendekatan modeling. Hasil model ini akan memberikan gambaran bagaimana emisi cerobong PLTU dapat terdispersi dan

selanjutnya dapat mempengaruhi lingkungan sekitar.

Pengetahuan dini tentang perilaku polutan yang keluar dari cerobong asap adalah penting untuk usaha antisipasi, preventif, dan regulasi terhadap akibat polusi udara. Saat ini, sejumlah model numerik telah dikembangkan untuk dapat membantu memperkirakan informasi yang dibutuhkan tersebut. Salah satunya adalah model *SCREEN3* (Ruhiat, 2009). Model matematik Gaussian. Model numerik statistik ini, merupakan ekspresi yang paling umum digunakan karena memiliki solusi analitik, dibandingkan dengan model Euler atau model Lagrange (Beychok, 2001 dalam Ningsih, 2014). Model dispersi Gauss dapat menyatakan secara sederhana penyimpangan partikel di udara terhadap waktu (Suryani, 2010). Model ini dapat memprediksi seberapa jauh jangkauan emisi polutan dapat terdispersi dengan konsentrasi maksimum. Penelitian bertujuan untuk memodelkan dispersi emisi gas polutan yang keluar dari cerobong PLTU Jeneponto

## **II. METODE PENELITIAN**

### ***Waktu dan Lokasi Penelitian***

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni hingga Juli 2015. Lokasi Penelitian dilakukan di PLTU PT. Bosowa Energi yang secara

geografis berada pada bagian teluk dengan posisi  $119^{\circ}33'4,18''$  BT dan  $5^{\circ}37'32,5''$  LS sementara secara administratif wilayah kajian berada Desa Punagaya, Kecamatan Bangkala, Kabupaten Jeneponto.

### ***Pengumpulan Data***

Proses perolehan data di mulai dari survey pendahuluan berupa data sekunder hingga survey akhir berupa data primer. Data sekunder berupa data CEMS. Sementara data primer berupa data suhu ambien cerobong PLTU yang diukur langsung di sekitar PLTU Jeneponto. Selain itu digunakan pula data-data meteorology yang diperoleh dari BMKG wilayah IV Makassar. Data arah dan kecepatan angin diperoleh dari website *Global weather*. Data angin ECMWF (*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*).

### ***Analisis Data***

Untuk memodelkan dispersi polutan gas hasil buang cerobong PLTU Jeneponto digunakan Model matematik dispersi Gasussian, dengan persamaan sebagai berikut:

$$C(x, y, z, H) = \frac{Q}{\pi \mu \sigma_x \sigma_z} \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{y^2}{\sigma_y^2} \right) \right] \left[ \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{(z-H)^2}{\sigma_z^2} \right) \right] + \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{(z+H)^2}{\sigma_z^2} \right) \right] \right]$$

*C* : Konsentrasi polutan pada suatu titik (gr/m<sup>3</sup>)

*Q* : Kecepatan aliran emisi gas saat keluar dari cerobong (m/s)

- $\mu$  : Kecepatan angin di titik sumber (m/s)  
 $\sigma_y, \sigma_z$ : Parameter penyebaran horisontal dan vertikal, merupakan fungsi dari jarak (m)  
 $\pi$  : Konstanta matematika untuk phi ( $3,1415926\dots = 3,14$ )  
 $H$  : Tinggi cerobong efektif (tinggi aktual+tinggi kepulan) (m)  
 $X$  : Kepulan vertikal dari permukaan (m)  
 $Y$  : Kepulan horisontal dari permukaan (m)

Dari persamaan 1 maka dapat diketahui data-data yang dibutuhkan dalam memodelkan dispersi polutan gas SOx dan NOx. Variabel-variabel data tersebut merupakan data primer dan sekunder. Data primer berupa data suhu udara ambien yang diukur secara langsung di sekitar lokasi cerobong PLTU Jeneponto. Sementara data sekunder berupa data *CEMS* (tinggi cerobong, laju emisi gas, laju aliran gas dan diameter cerobong). *CEMS* tersebut merupakan alat yang terpasang di sekitar cerobong PLTU Jeneponto. Fungsinya sebagai alat untuk mengukur variable-variabel data.

Dispersi polutan gas SOx dan NOx dianalisis dengan bantuan *Screen3* model *US-EPA* dari *Environmental Protection Agency*, Amerika Serikat. Model *SCREEN3* dapat melakukan seluruh perhitungan pada sumber

tunggal (*single source*), jangka waktu singkat (*short-term*), termasuk mengestimasi konsentrasi maksimum berbagai polutan pada permukaan tanah (*ground level*) sampai jarak maksimum.

### **III. HASIL PENELITIAN**

#### *Skenario 1*

Berdasarkan Gambar 1 (lampiran) menunjukkan bahwa dispersi emisi gas SO<sub>2</sub> pada setiap kondisi atmosfer berbeda-beda. Pada kondisi atmosfer A, pada jarak 200 – 700 meter kadar kosentrasi melambung tinggi hingga mencapai titik puncak tingkat konsentrasi maksimal pada radius 1000 meter. Konsentrasi emisi maksimum mencapai 11,81  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dengan kecepatan angin 1 m/detik dan tinggi kepulan 235,85 meter. Pada interval radius ini terjadi akumulasi konsentrasi tinggi disebabkan kecepatan angin rata-rata yang relatif kecil. Pada kondisi atmosfer B konsentrasi maksimum 5.779  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  berada pada radius 3200 meter. Tinggi kepulan 446,91 meter. Selanjutnya pada kondisi C, konsentrasi maksimum (4,128  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) berada pada radius 6500 meter (6,5 km) dengan tinggi kepulan 567,68 meter dan kecepatan angin 1 m/s. Kondisi ini kerap terjadi pada sore hari (mendung) atau pada siang hari dengan kecepatan angin rata-rata 5-6 m/detik. Semen-

tara pada kondisi kestabilan D dengan kondisi atmosfer netral. Kondisi ini secara deskriptif ditandai dengan adanya mendung di musim panas atau pada sore hari dengan kedudukan matahari  $15\text{-}350^\circ$  di atas horizon dan kecepatan angin  $>6$  m/detik. Pada kondisi netral, emisi cerobong PLTU jeneponto terdispersi sejauh  $>9$  km (9000 meter) dengan konsentrasi maksimum  $>0,87 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Kecepatan angin rata-rata 4,5 m/detik dan tinggi kepulan  $>495,29$  meter. Begitu pula dengan kondisi E dan F emisi gas SO<sub>2</sub> terdispersi  $>9$  km (9000 meter) dengan konsentrasi emisi maksimum masing-masing  $>0,215$  dan  $0,3504\text{E-}02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Kecepatan angin rata-rata 2 m/detik untuk kondisi atmosfer E dan 4 m/detik untuk kondisi atmosfer F. Sementara kepulan emisi masing-masing kondisi sebesar 371,29 dan 246,85 meter. Pada kestabilan E dan F terjadi pada malam hari dengan memperhatikan indikator besarnya derajat awan (tutupan awan).

Berdasarkan gambar 2 (lampiran) Menunjukkan bahwa kondisi atmosfer A terjadi akumulasi emisi yang relatif tinggi. Akumulasi ini terjadi pada radius 1000 meter dengan konsentrasi maksimum sebesar  $8.942 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Kondisi ini terjadi pada saat kecepatan angin 1 m/detik dan tinggi kepulan 235,85 meter. Kenaikan konsentrasi emisi maksimum dari

radius 200 meter dengan kecepatan angin 3 m/detik. Dengan mengalami degradasi kecepatan angin hingga jarak 700 meter, maka setelah mencapai titik maksimum jatuhnya emisi pada arah horizontal, konsentrasi dispersi mengalami penurunan hingga radius  $>9000$  meter (9 km) dengan kecepatan angin 1 m/detik.

Pada kondisi atmosfer B konsentrasi maksimum ( $4,377 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) berada pada radius 3200 meter. Emisi ini terdispersi dengan kecepatan angin 1 m/detik dengan tinggi kepulan 446,91 meter. Berdasarkan besarnya kecepatan angin kondisi atmosfer ini terjadi pada pagi/siang hari dengan intensitas sinar matahari lemah. Hal ini ditandai dengan adanya sedikit awan patah-patah atau kedudukan matahari  $35\text{-}60^\circ$  di atas horizon.

Pada kondisi atmosfer sedikit tidak stabil (C). kondisi ini emisi polutan terdispersi dengan konsentrasi maksimum sebesar  $3,127 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dan berada pada radius 6,5 km (6500 meter). Sedangkan tinggi kepulan cerobong sebesar 567,68 meter dan kecepatan angin 1 m/s.

Pada kondisi atmosfer D, dimana pada kondisi ini pada sore hari atau mendung. Emisi gas NOx terdispersi dengan konsentrasi maksimum  $>0,695 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berada pada radius  $>9$  km (9000 meter). Kecepatan angin 4

m/detik dan tinggi kepulan sebesar 214,09 meter.

Pada kondisi kestabilan E dan F terjadi pada malam hari. Untuk membedakan kedua kondisi ini berdasarkan besarnya fraksi langit tertutup awan. Pada kondisi ini emisi gas NO<sub>x</sub> terdispersi dengan konsentrasi maksimum masing-masing sebesar >0,163 dan >0,2654E-02  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , radius >9 km (9000 meter). Tinggi kepulan 371,29 meter untuk kondisi E dan 246,85 untuk kondisi F. sementara emisi ini digerakkan oleh kecepatan angin masing-masing sebesar 1 dan 4 m/detik.

### **Skenario 2**

Berdasarkan Gambar 3 (lampiran) menunjukkan bahwa sebaran SO<sub>2</sub> pada kondisi kestabilan A konsentrasi maksimum 15,58  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dengan radius 1000 meter (1 km). kondisi B dan C masing-masing 7,618 dan 5,436  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dengan radius 3200 meter dan 6500 meter. Sedangkan pada kondisi kestabilan C, D dan E konsentrasi maksimum lebih dari 1,09  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dengan radius >9 km (9000 meter).

Berdasarkan Gambar 4 (lampiran) menunjukkan bahwa, kondisi kestabilan A konsentrasi maksimum 11,63  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dengan radius 1000 meter (1 km). Pada kondisi B dan C masing-masing 5,689 dan 4,06  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dengan

radius 3200 dan 6500 meter. Sementara pada kondisi kestabilan atmosfer D, E dan F masing-masing >0,802, 0,1703 dan 0,022  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dengan radius penyebaran >9000 meter (9 km).

### **Pembahasan**

Penelitian ini menunjukkan bahwa dispersi SO<sub>2</sub> dan NO<sub>x</sub> sangat dipengaruhi oleh kondisi stabilitas atmosfer dan besarnya kecepatan angin. Pada kondisi kestabilan A kecepatan angin < 2 m/s konsentrasi maksimum polutan gas SO<sub>2</sub> dan NO<sub>x</sub> terakumulasi lebih dekat dari sumber cerobong dibandingkan dengan kondisi kestabilan B, C, D, E dan F.

Arah sebaran polutan gas searah dengan arah angin. Dimana arah angin dipengaruhi oleh kondisi meteorologi dan klimatologi wilayah.

Berdasarkan skenario 1 dan 2 membuktikan bahwa perbedaan besarnya kapasitas produksi listrik pembakaran batubara tidak memegaruhi lajunya dispersi akan tetapi hanya berpengaruh terhadap jumlah konsentrasi maksimum yang jatuh sebagai polutan. Tingginya Laju dispersi sebagai jarak diperengaruhi oleh kecepatan angin sebagai medium transpor polutan.

Tingginya kepulan emisi cerobong sangat di tentukan oleh besarnya kecepatan

angin. Semakin rendah kecepatan semakin tinggi kepulannya. Sehingga memiliki hubungan terbalik. Tinggi kepulan emisi dengan kecepatan angin relatif rendah memungkinkan terjadinya lajunya deposisi emisi pada suatu titik x. yang nantinya apakah terdosisi secara kering ataupun basah tergantung dari musim. Energi kinetik dan energi termal dari kepulan / gas buang yang dilepaskan akan memiliki perbedaan temperatur dengan udara di sekitarnya sehingga terjadi peningkatan ketinggian kepulan yang dikenal dengan *plume rise*. Gerakan kepulan (*plume*) secara vertikal dari sumbernya yang keluar dari cerobong akan menjadi horizontal (Mayasari, 2012; Gunawan, 2006). Emisi Polutan yang dipancarkan ke dalam udara akan mengalami pengangkutan, pencampuran dan penyebaran (dispersi) sesuai dengan dinamika udara (Prasanto, 2008).

Apabila mengacu pada baku mutu Permen Lingkungan Hidup No. 21 Th. 2008 bahwa konsentrasi maksimum Gas SO<sub>2</sub> dan NO<sub>x</sub> yang dinyatakan sebagai NO<sub>2</sub> untuk semua titik radius sebaran pada semua kondisi kestabilan atmosfer masih jauh dari ambang batas maksimum yang ditetapkan yakni masing-masing sebesar 750 mg/Nm<sup>3</sup>.

#### IV. KESIMPULAN

Model dispersi polutan gas SO<sub>2</sub> dan NO<sub>x</sub> yang keluar dari cerobong PLTU Jeneponto PT. Bosowa Energi berdasarkan model matematik Gaussian dengan proses kajian/analisis menggunakan SCREEN3, model *US-EPA* dari *Environmental Protection Agency*. Polutan dimodelkan sebanyak 2 skenario dengan beberapa kondisi kestabilan atmosfer (A, B, C, D, E dan F). Berdasarkan skenario 1 dan 2 membuktikan bahwa perbedaan besarnya kapasitas produksi listrik pembakaran batubara tidak mempegaruhi lajunya dispersi akan tetapi hanya berpengaruh terhadap jumlah konsentrasi maksimum yang jatuh sebagai polutan. Tingginya Laju dispersi sebagai jarak dipengaruhi oleh kecepatan angin sebagai medium transpor polutan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Dewi A. S. dan Susandi A. 2000. *Proyeksi SO<sub>2</sub> di Indonesia sebagai Implikasi Perubahan Iklim Global : Dampak Dan Biaya Kesehatan*,,. Jurnal. ITB. Bandung.
- Gunawan. 2006. *Model Sebaran Polutan CO dan SO<sub>2</sub> pada Cerobong Asap PT. Semen Tonasa*. Tesis. UNHAS. Makassar.
- Iswan. 2010. *Penanggulangan Limbah Pltu Batubara*. Dinamika Jurnal Ilmiah

**YAYASAN AKRAB PEKANBARU**

**Jurnal AKRAB JUARA**

Volume 5 Nomor 2 Edisi Mei 2020 (231-238)

- Teknik Mesin, Ternate, Program Studi Teknik Elektro Universitas Khairun.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup. 2008. Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak Bagi PLTU No. 21.
- Kerangka Acuan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (KA ANDAL). 2014. Makassar.
- Mayasari F. 2012. *Perhitungan Biaya Eksternal Pembangkit Listrik Tenaga Uap (Studi Kasus: PLTU Paiton)*. Tesis. UI. Depok.
- Ningsih I. 2014. *Model Sebaran Partikulat Debu PLTU Jeneponto*. Tesis. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Prasanto B. S. 2008. *Simulasi Penyebaran Gas SO<sub>2</sub> dengan Model Fluent dan Model Difusi Gauss Ganda*. Skripsi. ITB. Bandung.
- Ruhiat Y. 2009. *Model Prediksi Distribusi Laju Penyebaran Sulfur Dioksida (SO<sub>2</sub>) dan Debu Dari Kawasan Industri (Studi Kasus di Kota Cilegon)*. Disertasi. IPB. Bogor.
- Sastrawijaya A. Tresna. 2009. *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta. Rineka Cipta.
- Suryani S. et al. 2010. *Model SEBARAN polutan SO<sub>2</sub> Pada Cerobong Asap PT. Semen Tonasa*. Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH). Universitas Hasanuddin, Makassar.