

# ANALISA DISPERSI SULFUR DIOKSIDA (SO<sub>2</sub>) DARI SUMBER POINT SOURCE INSINERATOR RUMAH SAKIT ST. ANTONIUS MENGGUNAKAN MODEL METI-LIS

Novan Anugrah, Yulisa Fitrianingih, S.T., M.T., Kiki Prio Utomo S.T., M.Sc.

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Tanjungpura, Pontianak

Email : novan.anugrah@gmail.com

## Abstrak

Insinerator adalah tungku pembakaran untuk mengolah limbah padat, yang mengkonversi materi padat (sampah) menjadi materi gas, dan abu, (*bottom ash* dan *fly ash*) yang menghasilkan gas SO<sub>2</sub>. Aktifitas insinerator Rumah Sakit ST. Antonius yang menghasilkan kandungan gas SO<sub>2</sub> yang tak dapat dihindari membutuhkan perhatian yang lebih dalam pengendalian aktifitas insineratornya. Tujuan dari penelitian ini untuk memvisualisasi pola persebaran dispersi zat pencemar gas SO<sub>2</sub> dari sumber tetap dengan menggunakan model Meti-lis, membandingkan konsentrasi pencemar hasil pemodelan terhadap pemantauan kualitas udara di lapangan dan validitas dari kedua hasil pengukuran tersebut serta memberikan rekomendasi penanggulangan untuk Rumah Sakit dan pemukiman yang terkonsentrasi persebaran SO<sub>2</sub>. Penelitian menggunakan program Meti-lis untuk mengetahui pola persebaran gas SO<sub>2</sub> di udara. Hasil nilai konsentrasi dari sampling langsung tertinggi berada pada titik 1 dengan nilai 296,107 µg/Nm<sup>3</sup> pada koordinat 0°01'12.5"S 109°19'39.4"E sedangkan hasil nilai konsentrasi dari pemodelan Met-lis tertinggi juga berada pada titik 1 dengan nilai 294,643µg/Nm<sup>3</sup>. Jika dibandingkan dengan standar baku mutu sesuai dengan PP RI No. 41 Tahun 1999 maka tingkat pencemaran kedua titik masih dibawah baku mutu dan aman. Nilai validasi konsentrasi SO<sub>2</sub> antara sampling langsung dengan pemodelan Meti-lis masih dibawah nilai 10% RMSPE dimana hasil pemodelan memiliki tingkat validitas yang tinggi. Dalam upaya menurunkan nilai konsentrasi SO<sub>2</sub> yang menyebar pihak rumah sakit St. Antonius dapat mengganti bahan bakar dengan Biodiesel dan juga pemukiman warga yang terkena dampak pencemarannya dapat menanam tanaman sansevieria.

**Kata Kunci** : Insinerator, rumah sakit, meti-lis, *point source*

## Abstract

*The incinerator is furnace for Solid Waste review process, which converts solid material (garbage) Being a material gas, and ash (bottom ash and fly ash) that produces SO<sub>2</sub> gas. Hospital of ST. Antonius incinerators activities the gas content of SO<sub>2</sub> not produces can be avoided requires attention more hearts Control insinerators activity. Purpose of research singer to review visualize the pattern of distribution of the dispersion of contaminants SO<sub>2</sub> gas from source fixed with using model. Meti-lis, comparing the pollutant concentrations findings modeling Against Monitoring quality air ield and the validity f the two results The measurement as well as providing recommendations countermeasures for review Hospitals And Settlements the concentrated distribution of SO<sub>2</sub>. Research Program using Meti-lis to review determine SO<sub>2</sub> gas distribution pattern in the Air. Results The highest concentration of the sample of Jump Point 1 is on with value 296 107 ug / Nm<sup>3</sup> on coordinates 0 ° 01'12.5 "S 109 ° 19'39.4" E whereas concentration value results from modeling Met-lis Also Highest Point 1 is on with value 294,643µg / Nm<sup>3</sup>. If standards compared with quality accordance with PP RI No. 41, 1999 And the second point pollution levels Still under standard quality and safe. Value validation sample concentrations of SO<sub>2</sub> between with direct modeling Meti-lis is still below the value of 10% RMSPE Where modeling results have validity the high level. In effort lose value the spreads SO<sub>2</sub> concentration parties hospital St. Antonius can be substitute fuels with Biodiesel And also settlements affected citizen of pollution can be Growing Plants Sansevieria*

**Key Words :** *Incinerator, Hospital, Meti-Lis, point source*

## **1. PENDAHULUAN**

Kegiatan rumah sakit yang sangat kompleks tidak saja memberikan dampak positif bagi masyarakat sekitarnya, tetapi juga mungkin dampak negatif. Dampak negatif itu berupa cemaran akibat proses kegiatan maupun limbah yang dibuang tanpa pengelolaan yang benar. Pengelolaan limbah rumah sakit yang tidak baik akan memicu resiko terjadinya penularan penyakit dari pasien ke pekerja, dari pasien ke pasien dari pekerja ke pasien maupun kepada masyarakat pengunjung rumah sakit.

Aktifitas insinerator Rumah Sakit ST. Antonius yang menghasilkan kandungan gas berbahaya yang tak dapat dihindari, rumah sakit yang berada ditengah pemukiman membutuhkan perhatian yang lebih dalam pengendalian aktifitas insineratornya emisi. Atas dasar pemikiran tersebut upaya untuk mengetahui pola dispersi polutan dari sektor rumah sakit, juga analisa lebih lanjut mengenai tingkat konsentrasi dari zat pencemar terutama *Sulfur Dioksida* ( $SO_2$ ) dari Insinerator Rumah sakit St. Antonius. Metode yang digunakan peneliti untuk mengetahui pola persebaran gas  $SO_2$  ini adalah program Meti-Lis.

## **2. METODOLOGI PENELITIAN**

### **A. Lokasi Penelitian**

Lokasi yang menjadi tempat penelitian adalah Insinerator Rumah Sakit St. Antonius Kota Jalan Khw. Hasyim No.249.Pontianak.

### **B. Pengambilan Data**

#### **1. Data Meteorologi**

Data Meteorologi seperti suhu, kecepatan dan arah angin, serta lama penyinaran matahari yang diperoleh dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMKG) Provinsi Kalimantan Barat pada waktu yang sama pada saat dilakukan pemantauan kualitas udara.

#### **2. Data peta Kota Pontianak**

Data Peta Kota Pontianak yang sesuai dengan titik geografis sehingga terdapat kecocokan antara titik hasil pengukuran menggunakan hasil GPS dan di peta yang digunakan. Data ini diperoleh di BAPPEDA Provinsi Kalimantan Barat.

#### **3. Data Primer**

Data Primer digunakan sebagai validitas yang akan di sesuaikan dengan model yang dibuat, adapun alat alat yang digunakan adalah Impinger, GPS, Termometer dan Anemometer.

### **C. Prosedur Penelitian**

#### **1. Pengambilan sampel**

- 1) Pengambilan sampel dilakukan di Rumah sakit St. Antonius. Titik pemantauan kualitas ambien 1 dan 2 berjarak 5 m dari sumber emisi sedangkan jarak antara titik pemantauan kualitas ambien 1 dengan titik pemantauan kualitas ambien 1.
- 2) Prosedur pengambilan sampling Udara Ambien dan Emisi Kandungan gas  $SO_2$  menggunakan Impinger sesuai Keputusan Bapedal Nomor: KEP-205/BAPEDAL/07/1996 tanggal : 10 Juli 1996 Tentang Pedoman Teknis Pengendalian Pencemaran Udara Sumber tidak bergerak yaitu tinggi lokasi penghisap alat pemantau kualitas udara minimal 3 meter.
- 3) Pengukuran dilakukan selama 1 jam yang di bagi menjadi 4 sesi yaitu 15 menit, 30 menit, 45 menit dan 60 menit. Sampling yang dilakukan terdiri dari konsentrasi gas  $SO_2$  emisi, konsentrasi gas  $SO_2$  ambien, tekanan udara, kecepatan angin, suhu ambien dan cerobong, kelembapan udara, laju alir cerobong dan arah angin. Titik pemantauan kualitas ambien dilakukan dengan 2 titik, pada titik sampling ambien 1

diambil pada waktu 15 menit dan 30 menit sedangkan titik sampling ambien 2 diambil pada waktu 45 menit dan 60 menit. Sampling emisi dilakukan di lubang pengambilan sampling gas insinerator selama 1 jam dengan 4 kali pencatatan juga. Cerobong insinerator berada pada koordinat 0°01'12.2"S 109°19'39.2"E, titik pemantauan kualitas ambien 1 diletakan pada koordinat 0°01'12.5"S 109°19'39.4"E sedangkan titik pemantauan kualitas ambient 2 diletakan pada koordinat 0°01'12.4"S 109°19'38.7"E

- 4) Titik pemantauan kualitas ambien berdasarkan keputusan Bapedal yaitu pemantauan kualitas ambien minimum 2 titik dengan mengutamakan pada daerah pemukiman, daerah ruang pasien dan arah angin dominan. Jarak antara 2 titik pengambilan sampling dengan cerobong insinerator adalah 5 m
- 5) Perhitungan Konsentrasi dilakukan dengan metode pararosanilin yaitu Gas SO<sub>2</sub> diserap dalam larutan penjerap tetrakloromercurat dengan menambahkan larutan pararosanilin dan formaldehida, kedalam senyawa diklorosulfonatomercurat maka terbentuk pararosanilin metil sulfonat yang berwarna ungu. Konsentrasi larutan di ukur pada panjang gelombang 550 nm, sesuai SNI 19-7119.7-2005 di Lab Kualitas dan Kesehatan Lahan Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura.

## 2. Pengolahan data Meteorologi

Penginputan data untuk simulasi model dilakukan setelah data-data telah sesuai dengan format *Meti-lis*. Data yang diolah adalah data kecepatan angin, radiasi matahari, rasio penyinaran matahari dan arah angin. Data akan diolah dalam bentuk amedas.in.csv dan akan di input pada aplikasi Meti-Lis

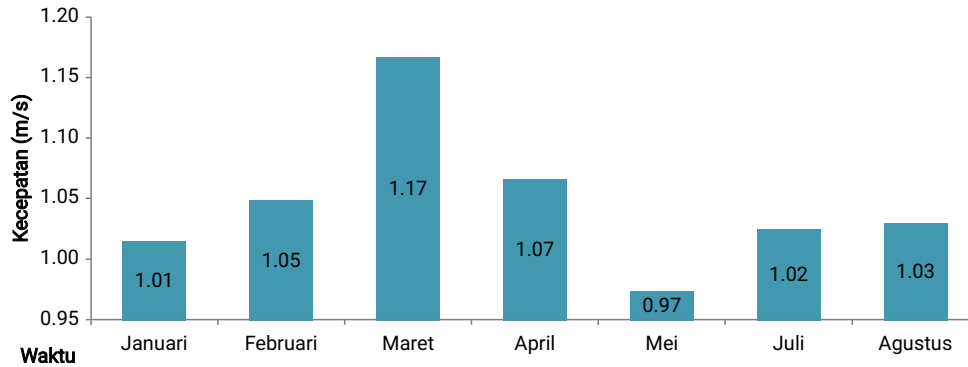
## 3. Pengolahan data Meti-lis

Pada penelitian ini pengolahan data menggunakan aplikasi Meti-lis versi 2.03 dengan menginputkan data yang sesuai dengan prosedur aplikasi tersebut yaitu *Input Objective Substance, Input Operation Pattern, Input data Meteorologi, Input Peta, Input Lokasi* dan *Laju emisi, Input Building, Input data Receptor, Input Calculation Case*, dan terbentuklah *Isopleth*.

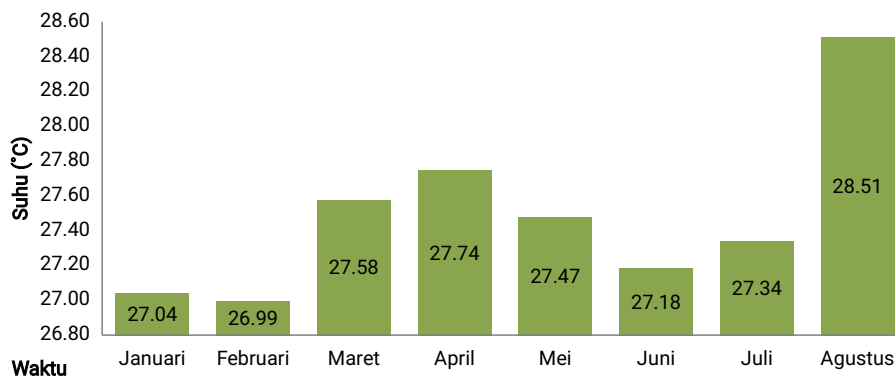
## 3. PEMBAHASAN

### A. Meteorologi

Berdasarkan data meteorologis yang diinput dari Badan Meteorologi, Kilmatologi dan Geofisika (BMKG) Supadio Pontianak untuk bulan Januari – Agustus 2016 diketahui bahwa suhu udara rata rata 27,3°C dengan suhu udara maksimum 41,8°C dan udara minimum 20,4°C. Curah hujan rata rata dari Bulan Januari – Agustus 205 mm sedangkan untuk rata rata kelembapan udara kota Pontianak 70 %. Kecepatan angin yang bertiup di wilayah kota Pontianak dari Bulan Januari – Agustus rata rata sebesar 1,07 m/s dengan kecepatan maksimum sebesar 8,25 m/s. Grafik rata rata kecepatan angin dan suhu udara dari bulan Januari sampai dengan Agustus dapat dilihat pada **Gambar 1** dan **Gambar 2**



**Gambar 1** Grafik kecepatan angin rata rata bulan Januari – Agustus



**Gambar 2** Grafik rata rata suhu udara Januari – Agustus

### B. Sampling Emisi dan Ambien

Konsentrasi gas SO<sub>2</sub> emisi dan ambien diambil dengan sampling udara secara grab atau pengukuran satu kali tidak secara kontinyu yang berlangsung selama 1 Jam Menurut Soedomo, (2001) sampling konsentrasi zat pencemar di udara ambien berkaitan erat dengan waktu dan tempat oleh sebab itu penentuan periode dan frekuensi sampling yang diambil dengan periode pendek, dilakukan hanya untuk membandingkan dengan standar baku mutu.

Pengukuran langsung yang dilakukan di Rumah Sakit St. Antonius pada tanggal 30 Agustus 2016 yang berlangsung pada jam 9.00–10.00 WIB memiliki kelembapan udara 70 %, suhu udara ambien 31,72 °C serta tekanan udara yang relatif sama namun kecepatan angin terlihat fluktuatif dengan nilai sebesar 1,5 m/s pada menit ke 15, 1,0 m/s pada menit ke 30, 1,4 m/s pada menit ke 45 m/s dan 1,0 m/s pada menit ke 60 kecepatan angin yang fluktuatif akan mempengaruhi dispersi gas SO<sub>2</sub> pada keluaran beban emisi insinerator.

Hasil SO<sub>2</sub> Emisi dan Ambien yang ditangkap menggunakan larutan penjerap tetrakloromercurat yang merupakan metode Pararosanilin berdasarkan Baku Mutu Udara Ambien Nasional Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999. Sampel di uji pada Lab Kualitas dan Kesehatan Lahan Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura dengan menggunakan Spektrofotometer.

**Tabel 1** Hasil Analisis Lab Pengukuran Emisi SO<sub>2</sub>

Parameter	Alat/Metode	Waktu	Baku Mutu	Satuan	Hasil
-----------	-------------	-------	-----------	--------	-------

		Pengukuran			Pemeriksaan
Sulfur Dioksida (SO <sub>2</sub> )	SNI 19-7117.3.1-2005	1 Jam	150 µg/Nm <sup>3</sup>	µg/Nm <sup>3</sup>	136,44

Sumber : Hasil Analisis, 2016

Berdasarkan **Tabel 1** Sampel udara Emisi yang di uji dengan Metode SNI 19-7117.3.1-2005 menunjukkan hasil bahwa beban emisi yang dikeluarkan insinerator dengan waktu pengukuran 1 jam sebesar 136,44 µg/Nm<sub>3</sub>. Nilai ini sangat berbeda dengan nilai yang di ukur oleh pihak PT. Sucofindo yaitu 52,33 µg/Nm<sub>3</sub> yang dilakukan pada bulan april 2016, selisih nilai Hasil pengukuran langsung dengan hasil pengukuran PT. Sucofindo disebabkan oleh kapasitas volume sampah yang dibakar pada saat pengukuran dan proses pembakaran yang tidak sempurna pada saat menggunakan Insinerator. Nilai hasil pengukuran hampir mendekati Nilai Baku Mutu menurut Baku Mutu Udara Ambien Nasional Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 tentang udara Emisi Cerobong yaitu sebesar 150 µg/Nm<sup>3</sup>. Besarnya nilai beban emisi yang dihasilkan oleh mesin Insinerator dikarenakan proses pembakaran yang terjadi pada mesin Insinerator tidak sempurna, sehingga dari pembakaran yang tidak sempurna menghasilkan keluaran beban emisi yang besar.

**Tabel 2** Hasil Analisis Lab Pengukuran Titik Ambien 1 dan 2

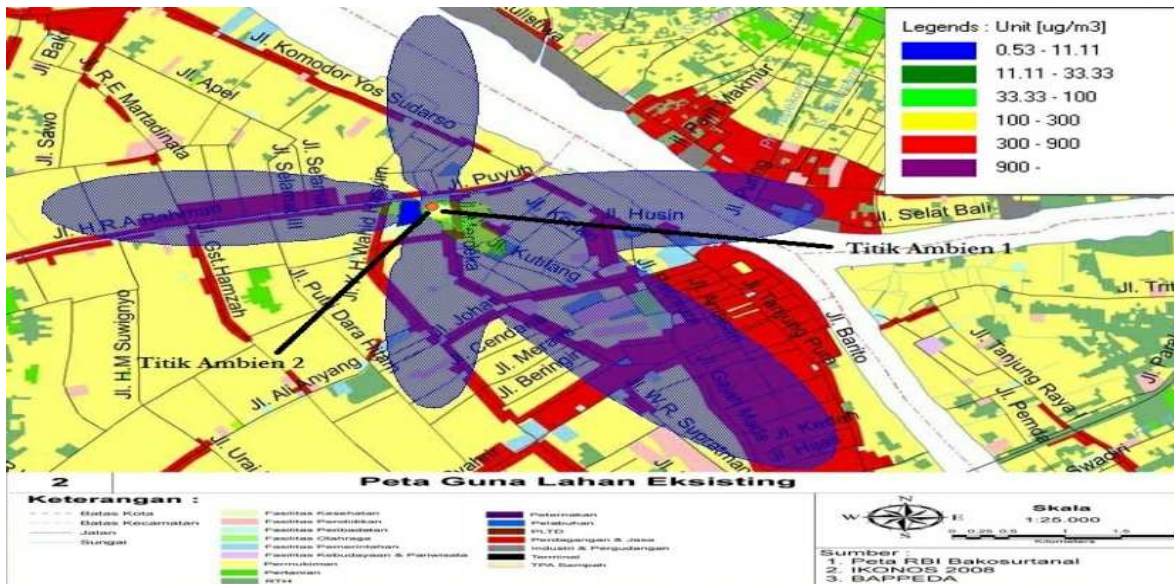
Parameter	Alat/Metode	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	Satuan	Hasil Pemeriksaan	
					1	2
Sulfur Dioksida (SO <sub>2</sub> )	SNI 19-7119.7-2005	1 Jam	900 µg/Nm <sup>3</sup>	µg/Nm <sup>3</sup>	295.43	10.525

Sumber : Hasil Analisis, 2016

Berdasarkan **Tabel 2** Sampel udara pengambilan sampel udara ambien Titik 1 dan Titik 2, analisis laboratorium yang digunakan menggunakan metode yang berdasarkan SNI 19-7119.7-2005 dan Peraturan Baku mutu yang digunakan sama dengan baku emisi yaitu peraturan Baku Mutu Udara Ambien Nasional Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 tentang udara Ambien yaitu sebesar 900 µg/Nm<sup>3</sup>. Berdasarkan hasil pemeriksaan uji Laboratorium Konstentrasi SO<sub>2</sub> terbesar berada pada titik sampling Ambien 1 yaitu sebesar 296,107 µg/Nm<sup>3</sup> sedangkan nilai hasil pemeriksaan uji Laboratorium Konstentrasi SO<sub>2</sub> berada pada titik sampling ambien 2 kecil yaitu sebesar 10,525 µg/Nm<sup>3</sup>, hal ini disebabkan karena Arah angin pada saat melakukan pengukuran lebih besar mengarah ke titik Impinger Pengambilan sampel udara Ambien 1 daripada Titik Pengambilan sampel udara Ambien ke 2 yaitu angin dari Barat laut bertiup kearah Tenggara sehingga menyebabkan perbedaan angka yang besar antara konsentrasi SO<sub>2</sub> Ambien 1 dengan Konsentrasi SO<sub>2</sub> Ambien 2.

### C. Hasil Permodelan Meti-lis

Konsentrasi hasil simulasi model penyebaran polutan SO<sub>2</sub> yang berada pada wilayah sekitar Rumah Sakit St. Antonius dari bulan Januari sampai dengan Agustus cenderung menyebar kearah tenggara, selatan dan timur dengan kecepatan angin rata rata 1,07 m/s. **Gambar 3** merupakan hasil *isopleth* dari cerobong Insinerator.



**Gambar 3** *Isopleth* Konsentrasi Polutan SO<sub>2</sub> Titik sampling Ambient 1 dan 2

Hasil dari permodelan pada **Gambar 3** tepat pada titik pengambilan sampel udara ambient di titik pengambilan sampel Ambient 1 yang mewakili pemukiman penduduk arah Jalan Merdeka yang berkoordinat 0°01'12.5"S 109°19'39.4"E memiliki konsentrasi SO<sub>2</sub> sebesar 294,643µg/Nm<sup>3</sup> yang di tunjukan dengan daerah konsentrasi warna kuning. Konsentrasi pada ambient 1 besar disebabkan karena arah angin dominan bertiup dari arah barat laut ke tenggara sedangkan hasil dari permodelan pada **Gambar 3** menunjukan titik pengambilan sampel udara ambient di titik Ambient 2 yang mewakili rumah sakit yang berkoordinat 0°01'12.4"S 109°19'38.7"E memiliki konsentrasi SO<sub>2</sub> sebesar 9,3735µg/Nm<sup>3</sup> ditandai dengan paparan konsentrasi warna biru. Nilai ini akan digunakan untuk validitas antara nilai permodelan dan nilai aktual.

Dari hasil *Isopleth* dengan menggunakan data Meteorologi dari bulan Januari sampai dengan bulan Agustus menunjukkan bahwa dispersi persebaran polutan gas SO<sub>2</sub> lebih dominan kearah tenggara hal ini dapat dilihat dari luasnya jangkauan warna biru yang memiliki konsentrasi 0,53 – 11,11 µg/Nm<sup>3</sup> di daerah tenggara dari Insinerator rumah sakit St. Antonius sedangkan persebaran polutan untuk kearah bangunan Rumah Sakit Antonius yang ditandai dengan Kotak Biru lebih kecil jangkauan konsentrasinya dibandingkan kearah tenggara. Unsur penginputan *building* dalam Meti-lis menyebabkan kecilnya konsentrasi di kawasan arah Rumah Sakit St. Antonius karena penginputan bangunan dapat menyerap dispersi konsentrasi persebaran gas.

Gas cerobong insinerator Rumah Sakit Antonius menyebar sampai ke Daerah Jalan Gajahmada, Jalan Merdeka, Jalan Johar ,Jalan Wr. Supratman, Jalan Kutilang, Jalan Kenari, Jalan Kutilang dan Jalan Puyuh hal ini dapat dilihat dengan sebaran konsentrasi *Isopleth* berwarna biru dengan konsentrasi SO<sub>2</sub> 0,53 – 11,11 µg/Nm<sup>3</sup>, kawasan ini merupakan guna lahan kawasan Pemukiman, Perdagangan, Fasilitas Kesehatan, Fasilitas Pendidikan dan Industri.

Dapat dilihat *Isopleth* yang terbentuk seperti bunga ini merupakan model persebaran Konsentrasi gas SO<sub>2</sub> insinerator rumah sakit St. Antonius yang disebabkan karena pengaruh kecepatan angin, arah angin, suhu udara yang terjadi pada bulan Januari sampai dengan Agustus 2016 sehingga *Isopleth* yang terjadi bisa saja berubah sesuai data Meteorologi pada tahun penginputan yang berbeda.

#### D. Validasi Model

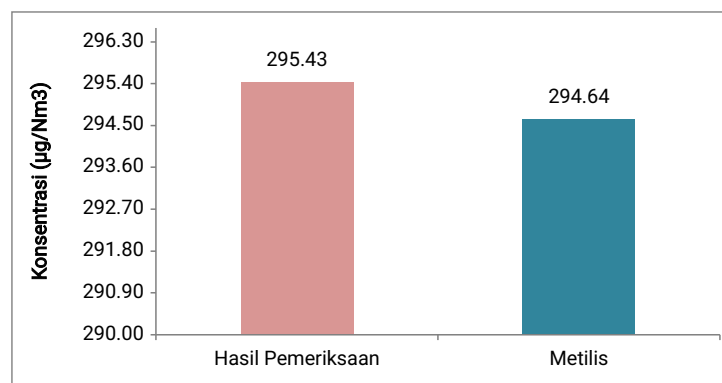
Validasi model Meti-lis dilakukan dengan membandingkan nilai konsentrasi gas SO<sub>2</sub> dari sampling kualitas udara ambien yang diukur secara langsung dengan hasil permodelan Meti-lis pada periode Januari sampai dengan Agustus 2016. Validasi model akan menggunakan validasi model *Root Mean Square Percent Error* (RMSPE) untuk melihat besaran sifat error yang terjadi. Tingkat validitas hasil perhitungan model dengan pengukuran di lapangan dengan syarat nilai RMSPE kurang dari 10% (<10%). *Root Mean Square Percent Error* mengukur rata-rata persentase perbedaan RMSPE menghitung rata-rata presentase perbedaan data aktual dan hasil simulasi, dengan menggunakan rumus dan berikut **Tabel 3** menunjukkan hasil validasi model untuk mengetahui keakuratan antara hasil permodelan dan sampling udara ambien secara langsung :

**Tabel 3** Hasil Validasi Model

Gas	Lokasi Sampling	Pengukuran Langsung Ambien (At)	Hasil Permodelan Meti-lis (St)	$\left[ \sqrt{\frac{1}{n} \left( \frac{At-St}{At} \right)^2} \right] \times 100$
CO	Ambien 1	296,107	294,643	0,0025
	Ambien 2	10,525	9,3735	1,21

Sumber : Hasil Analisis, 2016

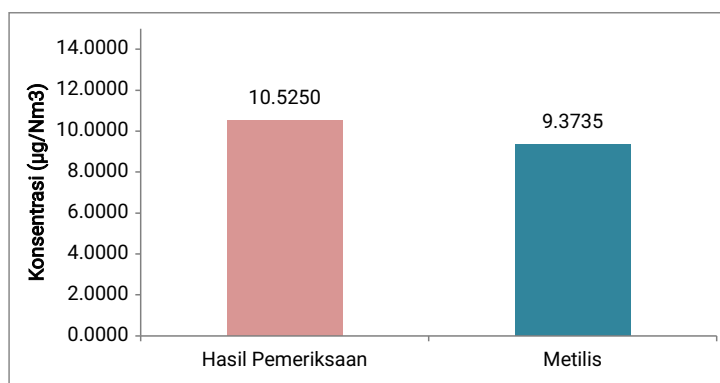
Dapat dilihat dari Hasil *Root Mean Square Percent Error* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan error namun hanya memiliki nilai yang kecil. Hal ini dapat dilihat pada **Tabel 1**. Perbedaan error antara titik sampling ambien 1 dengan titik sampling ambien 2 bervariasi namun perhitungan error kedua titik sampel pengukuran langsung tersebut masih dibawah 10% untuk membandingkan hasil permodelan Meti-lis dan Sampling langsung udara ambien, maka dibuat grafik perbandingan yang dapat dilihat pada **Gambar 4** dan **Gambar 5**.



**Gambar 4** Perbandingan Konsentrasi SO<sub>2</sub> antara Meti-lis dan Sampling Langsung Titik Ambien 1

**Gambar 4** terlihat perbedaan hasil Permodelan Meti-Lis dengan sampling udara ambien langsung. Diagram 1 merupakan pengukuran pada lokasi titik Ambien 1 dengan koordinat 0°01'12.5"S 109°19'39.4"E. Pengukuran langsung mendapatkan nilai 295,435µg/Nm<sup>3</sup> sedangkan nilai hasil permodelan Meti-lis menurun menjadi 294,643µg/Nm<sup>3</sup> sehingga nilai *Root Mean Square Percent Error* yang didapat sebesar 0,0025%. Nilai yang didapat sesuai syarat *Root Mean Square Percent Error* yaitu tingkat validitas hasil perhitungan model dengan pengukuran di lapangan dengan syarat nilai RMSPE kurang dari 10% (<10%). Hal ini menunjukkan bahwa perbandingan konsentrasi SO<sub>2</sub> konsentrasi Sampling langsung udara ambien pada titik 1 dengan

permodelan Meti-lis sangat kecil maka hasil Pemodelan Meti-Lis dikatakan valid.



**Gambar 5** Perbandingan Konsentrasi SO<sub>2</sub> antara Metilis dan Sampling Langsung Titik Ambien 2

**Gambar 5** terlihat perbedaan hasil Pemodelan Meti-Lis dengan sampling udara ambien langsung. Diagram 1 merupakan pengukuran pada lokasi titik Ambien 2 dengan koordinat 0°01'12.4"S 109°19'38.7"E. Pengukuran langsung mendapatkan nilai 10,525 µg/Nm<sup>3</sup> sedangkan nilai hasil permodelan Meti-lis menurun menjadi 9,3735 µg/Nm<sup>3</sup> sehingga nilai *Root Mean Square Percent Error* yang didapat sebesar 1,21%. Nilai yang didapat sesuai syarat *Root Mean Square Percent Error* yaitu tingkat validitas hasil perhitungan model dengan pengukuran di lapangan dengan syarat nilai RMSPE kurang dari 10% (<10%). Hal ini menunjukkan bahwa perbandingan konsentrasi SO<sub>2</sub> konsentrasi Sampling langsung udara ambien pada titik 1 dengan permodelan Meti-lis yang dilakukan pada Insinerator Rumah Sakit St. Antonius sangat kecil maka hasil Pemodelan Meti-Lis dikatakan valid.

Dapat dilihat grafik pada **Gambar 4** dan **Gambar 5** terdapat perubahan antara Konsentrasi SO<sub>2</sub> Sampling udara ambien dan Konsentrasi SO<sub>2</sub> hasil permodelan Meti-Lis masih dibawah Nilai *Root Mean Square Percent Error* dibawah 10%. Selisih nilai ini disebabkan lokasi penelitian yaitu Rumah Sakit St. Antonius berada pada daerah pasar dan aktifitas transportasi serta kemampuan bangunan menyerap SO<sub>2</sub>. Penelitian ini tidak memperhitungkan beban emisi dari sumber lainnya.

## E. Rekomendasi untuk Lingkungan

Salah satu energi alternatif untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil pada insinerator adalah biodiesel dari tanaman jarak. Kelebihan dari biodiesel dari tanaman jarak adalah baha baku mudah didapatkan dengan harga yang relatif murah, ramah lingkungan dan kualitas yang hampir sama dengan solar hasil dari minyak bumi. Keunggulan biodiesel dari tanaman jarak dibandingkan dengan solar. Menurut Dody (2005) dalam Adly (2008) dibandingkan dengan minyak solar, biodiesel memiliki angka cetane yang lebih tinggi dan daya lumas yang lebih baik. Minyak jarak pagar memiliki angka setana 51 sedangkan solar 45. Angka setana (cetane rating) adalah tolak ukur kemudahan menyala/terbakar dari suatu bahan bakar di dalam mesin diesel. Semakin tinggi angka setane semakin aman emisi gas buangnya, karena bahan bakar dapat terbakar dengan sempurna, sehingga kadar emisi gas sulfur (SO<sub>x</sub>), nitrogen (NO<sub>x</sub>) dan karbon yang termasuk dalam gas-gas rumah kaca lebih rendah.

Cara lain yang dapat dilakukan dan sangat murah serta efisien dimana bisa dilakukan oleh warga awam yang terkontaminasi yaitu dengan menggunakan pepohonan *Sansiviera* dalam jumlah yang banyak yang berkemampuan tinggi dalam menyerap gas SO<sub>2</sub>, dengan demikian



konsentrasi gas ini di udara ambien menjadi kecil dan tidak berbahaya baik bagi manusia maupun lingkungan. Ruangan pasien Rumah Sakit St. Antonius yang terdispersi konsentrasi gas SO<sub>2</sub> Insinerator dapat di taruh tanaman Sansevieria, karena Tanaman Sansevieria merupakan jenis tanaman dengan tingkat penyerapan paling tinggi dan selalu mengeluarkan zat O<sub>2</sub> tanpa menghasilkan zat CO<sub>2</sub> sehingga cocok di taruh didalam ruangan. Sansevieria mampu menyerap 107 polutan diudara. Ini berkat kandungan bahan aktif Pregnane Glikosida yang disinyalir dapat menyerap dan menguraikan polutan menjadi asam organik, gula, dan beberapa senyawa asam amino. Cara kerjanya polutan diserap dan dihancurkan melalui proses yang disebut dengan Metabolik Breakdown. *Sansevieria* merupakan salah satu tanaman yang memiliki karakter bentuk kuat karena proses alam, dengan demikian tidak memerlukan perlakuan dan penanganan khusus cukup dibiarkan, sehingga karakter akan muncul dengan sendirinya sesuai kondisi lingkungan.

Dari hasil studi literature Purwanto, (2006) dalam Sentot (2008) diketahui bahwa tanaman lidah mertua (*Sansevieria sp*) memiliki zat aktif pregnane glikosid Polutan yang telah diserap kemudian dikirim ke akar, pada bagian akar, mikroba melakukan proses detoksifikasi. Proses detoksifikasi ini mempergunakan zat aktif *pregnane glikosid*. Melalui proses ini, mikroba akan menghasilkan suatu zat yang diperlukan oleh tanaman seperti asam amino, gula, dan asam organik. Setelah didetoksifikasi juga dihasilkan udara yang telah bersih. *Sansevieria sp* mampu menyerap polutan derivat hidrokarbon seperti formaldehid sebanyak 0,938 mikrogram/jam, jadi untuk ruangan 100 m<sup>2</sup> cukup ditempatkan *Sansevieria laurentii* dewasa berdaun 4-5 helai. Untuk area 100 m<sup>3</sup> (panjang x lebar x tinggi = 5 x 4 x 5 m<sup>3</sup>) dapat ditempatkan *Sansevieria* dewasa sebanyak 5 helai sebagai penetralisir udara tercemar agar bebas polutan.

Penelitian yang dilakukan NASA pada tahun 1999 menunjukkan bahwa sansevieria mampu menyerap lebih dari 107 unsur polutan berbahaya yang ada diudara sebab sansevieria mengandung bahan aktif pregnane glikosid, yang berfungsi untuk mereduksi polutan menjadi asam organik, gula dan asam amino, dengan demikian unsur polutan tersebut jadi tidak berbahaya lagi bagi manusia. Perlu diketahui penyakit yang ditimbulkan oleh polutan sebagian besar adalah penyakit berat dengan resiko kematian tinggi. Sansiveria juga menjadi objek penelitian tanaman penyaring udara NASA untuk membersihkan udara di stasiun ruang angkasa.

Berdasarkan riset dari *Wolfereton Environmental Service* (1999) dalam Putri (2013) kemampuan setiap helai daun sansevieria bisa menyerap 0.938 mikrogram per jam formalheid. Bila disetarakan dengan ruangan berukuran 75 meter persegi cukup diletakkan sansevieria dengan 4 helai daun saja. Maka rumah dengan ukuran luas 200 meter persegi sebenarnya hanya memerlukan sansevieria sebanyak 2 pot saja. Tidak terlalu rumit jika dibandingkan dengan harus menyediakan AC plasma Cluster yang tetap tidak bisa menyerap radiasi dan mereduksi polutan. Jadi sansiveria sangat baik diletakkan pada lokasi yang banyak polutan dan sumber radiasi seperti di smoking area, lokasi padat kendaraan, daerah padat penduduk atau didekat peralatan elektronik. Oleh karena itu semakin banyak tanaman sansevieria yang ditanam semakin bersih udaranya.

#### 4. KESIMPULAN

1. Pola dispersi gas pencemar SO<sub>2</sub> dari bulan Januari sampai dengan Agustus 2016 dominan menyebar kearah tenggara yang disebabkan kecepatan dan arah angin dominan bertiup dari arah barat daya kearah tenggara.
2. Hasil Pengukuran langsung yang dilakukan di Rumah Sakit St. Antonius memiliki konsentrasi yang tinggi pada sampling langsung ambien titik 1 yaitu 295,435µg/Nm<sup>3</sup> sedangkan hasil pemodelan Meti-lis di Rumah Sakit St. Antonius juga memiliki konsentrasi yang tinggi pada sampling langsung ambien titik 1 yaitu 294,643µg/Nm<sup>3</sup>. Jika dibandingkan dengan standar baku mutu sesuai dengan PP RI No. 41 Tahun 1999

- maka tingkat pencemaran kedua titik masih dibawah baku mutu dan aman.
3. Nilai validasi antara konsentrasi hasil pemodelan dan konsentrasi hasil pengukuran langsung memenuhi kriteria nilai validasi yang lebih kecil dari 10% yaitu 0,0025% dan 1,21%. Perbedaan dari nilai sampling langsung dengan hasil pemodelan Meti-lis tidak jauh berbeda dengan nilai *Root Mean Square Percent Error* yang masih di bawah 10% maka hasil pemodelan ini dikatakan valid.
  4. Dari hasil sampling langsung dan pemodelan Meti-lis kualitas emisi dan udara ambien konsentrasi gas SO<sub>2</sub> masih berada dibawah nilai batas baku mutu yang sesuai dengan PP No. 41 Tahun 1999 yaitu konsentrasi emisi sebesar 150 µg/Nm<sup>3</sup> dan konsentrasi ambien sebesar 900 µg/Nm<sup>3</sup>, untuk menurunkan konsentrasi gas SO<sub>2</sub> yang menyebar dari cerobong Insinerator Rumah Sakit St Antonius dapat dilakukan dengan mengganti bahan bakar solar dengan biodiesel serta penanaman tanaman Sansevieria di setiap ruang pasien Rumah Sakit St. Antonius dan di daerah tercemar pada Isopleth Meti-lis.

## 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan selesainya penelitian ini saya mengucapkan terima kasih kepada Allah Swt, kedua orang tua, kedua dosen pembimbing, Staff rumah sakit St. Antonius bagian K3 yang telah banyak membantu dalam mengarahkan teknis dan non teknis Insinerator, para staff Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Supadio Kota Pontianak yang telah membimbing dalam proses pengiputan data Meteorologi serta semua teman teman yang telah mendukung penelitian ini. Semoga penelitian ini bermanfaat dan dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Tanzeh dan Suyitno. (2009). *Dasar-dasar Penelitian*. Surabaya: Elkaf.
- Arya, S.p. (1999). *Air Pollution Metereolgy and Dispersion*. New York: Oxford University.
- Bapedal. (1995). Keputusan Kepala Bapedal No. 3 Tahun 1995 tentang Persyaratan Teknis Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Beracun.
- Beychock, M.R. (1994), *Fundamental of Stack Gas Dispersion*, Newport Beach, California.
- Fardiaz, S., 1992. *Mikrobiologi Pangan I*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Handoko. (1993). *Klimatologi Dasar. Bab IV Suhu Udara*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Hadiwiyoto, S. (1983). *Penanganan dan Pemanfaatan Sampah*. Jakarta : Yayasan Idayu.
- Keputusan Bapedal Nomor: KEP-205/BAPEDAL/07/1996 tanggal : 10 Juli 1996 Tentang Pedoman Teknis Pengendalian Pencemaran Udara Sumber Tidak Bergerak
- Latief, A. Sutowo. (2012) *Manfaat dan Dampak Penggunaan Insinerator Terhadap Lingkungan*, Jurnal. Politeknik Negeri Semarang
- Liu dan Liptak. (2000). *Air Pollution*. New York: Lewis Publisher.
- Mulia, Ricky. M. (2005). *Pengantar Kesehatan Lingkungan Edisi Pertama*. Yogyakarta: Ilmu Graha.
- Rangga, B. (2014). *Analisis Dispersi Gas Karbon Monoksida (CO) dari Sumber Transportasi menggunakan Model Meti-lis*, Skripsi. Universitas Tanjungpura
- Republik Indonesia. (1999). Peraturan Pengendalian Pencemaran Udara No.41.Jakarta:

Sekretariat Negara

Rahsia, S. (2015). *Analisis Dispersi Gas CO dan SO<sub>2</sub> dari Sumber Tetap (Point Source) menggunakan Model Meti-lis*, Skripsi. Universitas Tanjungpura.

Sastrawijaya, A., (2009). *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta : PT. Rineka Cipta

Senfields J.H and Pandis, S.N. (2006). *Atmosphere Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change*, 2nd ed. USA: John Wiley & Sons.

Slamet, S., (2002). *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta : UGM Press

Soedomo, Moestikahadi. (2001). *Pencemaran Udara*. Bandung: Institut Teknologi Bandung