

TUGAS AKHIR

**PEMANTAUAN KUALITAS UDARA AMBIEN DAN PEMODELAN
GAUSS DISPERSION GAS SULFUR DIOKSIDA (SO₂) DARI EMISI
INDUSTRI KAYU LAPIS DI DUSUN KALIMATI, TIRTOMARTANI,
KALASAN, SLEMAN, D.I YOGYAKARTA**

**Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata 1 (S1) Teknik Lingkungan**



DISUSUN OLEH :

PEPY HAPITA SARI

13513133

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2017

TUGAS AKHIR

PEMANTAUAN KUALITAS UDARA AMBIEN DAN PEMODELAN *GAUSS DISPERSION* GAS SULFUR DIOKSIDA (SO₂) DARI EMISI INDUSTRI KAYU LAPIS DI DUSUN KALIMATI, TIRTOMARTANI, KALASAN, SLEMAN, D.I YOGYAKARTA

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata 1 (S1) Teknik Lingkungan

Disusun Oleh :
Pepy Hapita Sari
13513133

Telah disetujui dan diperiksa oleh :

Dosen Pembimbing I


Supriyanto, S.T., M.Sc., M.Eng.

Tanggal : 22-02-2017

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan FTSP UII


Hudori, S.T., M.Eng.

Tanggal : 23/2/2017



TUGAS AKHIR

**AMBIENT AIR QUALITY MONITORING AND GAUSS
DISPERSION MODELLING FOR GASEOUS SULPHUR
DIOXIDE (SO₂) FROM THE PLYWOOD INDUSTRY IN DUSUN
KALIMATI, TIRTOMARTANI, KALASAN, SLEMAN, D.I
YOGYAKARTA**

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata 1 (S1) Teknik Lingkungan

Disusun Oleh :
Pepy Hapita Sari
13513133

Telah disetujui dan diperiksa oleh :

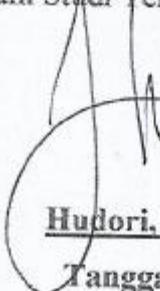
Dosen Pembimbing I


Suprivanto, S.T., M.Sc., M.Eng.

Tanggal : 22-02-2017

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan FTSP UII


Hudori, S.T.

Tanggal : 23/2/2017



TUGAS AKHIR

**PEMANTAUAN KUALITAS UDARA AMBIEN DAN
PEMODELAN *GAUSS DISPERSION* GAS SULFUR DIOKSIDA
(SO₂) DARI EMISI INDUSTRI KAYU LAPIS DI DUSUN
KALIMATI, TIRTOMARTANI, KALASAN, SLEMAN, D.I
YOGYAKARTA**

**Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata 1 (S1) Teknik Lingkungan**

**Disusun Oleh :
Pepy Hapita Sari
13513133**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Dosen Penguji III



Supriyanto, S.T., M.Sc., M.Eng.

Tanggal : 21-02-2017



Puji Lestari, S.Si., M.Sc.

Tanggal : 21/02/2017



Asiyah Azmi, S.T., M.Si

Tanggal : 21/02/2017

TUGAS AKHIR

AMBIENT AIR QUALITY MONITORING AND GAUSS DISPERSION MODELLING FOR GASEOUS SULPHUR DIOXIDE (SO₂) FROM THE PLYWOOD INDUSTRY IN DUSUN KALIMATI, TIRTOMARTANI, KALASAN, SLEMAN, D.I YOGYAKARTA

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata 1 (S1) Teknik Lingkungan

Disusun Oleh :
Pepy Hapita Sari
13513133

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Dosen Penguji III



Suprivanto, S.T., M.Sc., M.Eng.

Tanggal : 21-02-2017



Puji Lestari, S.Si., M.Sc.

Tanggal : 21/02/2017



Asiyah Azmi, S.T., M.Si

Tanggal : 21/02/2017

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia. (*apabila menggunakan software khusus*)
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 21 Februari 2017

Yang membuat pernyataan



PEPY HAPITA SARI

NIM : 13 513 133

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum warrahmatullahi wabarrakatuh,

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena hanya atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga Tugas Akhir yang berjudul **“Pemantauan Kualitas Udara Ambien Dan Pemodelan *Gauss Dispersion* Tipe *Point Source* Untuk Parameter Sulfur Dioksida (SO₂) dari Emisi Industri Kayu Lapis di Dusun Kalimati, Tirtomartani, Kalasan, Sleman, D.I Yogyakarta”** dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu.

Adapun penelitian ini disusun dan diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh derajat Sarjana Strata 1 (S1) Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Dengan laporan ini diharapkan dapat mengetahui kualitas udara di lokasi studi yakni Dusun Kalimati, Tirtomartani, Kalasan, Sleman, D.I Yogyakarta.

Dalam pelaksanaan penelitian ini tidak terlepas dari beberapa pihak yang membantu dalam pelaksanaan penelitian ini, oleh karena itu penulis hendak mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT atas nikmat dan karunia-Nya yang telah diberikan sehingga Tugas Akhir ini dapat dilaksanakan dengan baik dan tepat waktu.
2. Kedua Orang tua dan teteh tercinta yang telah memberikan doa, semangat, dukungan, dan motivasi selama menyelesaikan studi dan mengerjakan Tugas Akhir.
3. Bapak Dr. -Ing. Ir. Widodo Brontowiyono, M.Sc, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Hudori, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Supriyanto S.T.,M.Sc.,M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir dan Dosen Pembimbing Akademik yang sabar dan baik karena telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, motivasi, serta saran-saran yang bermanfaat untuk menyelesaikan studi dan Tugas Akhir.

6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
7. Laboran Laboratorium (Pak Iwan, Pak Tas, Mbak Diah, Mbak Nuri dan Mbak Rina) Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia yang telah membantu dan memberikan saran selama proses pengambilan contoh uji.
8. Bapak Subandi selaku Kepala Dusun Kalimati, Bapak Ketua RT 06, Bapak Panji dan keluarga, Ibu Sri dan keluarga yang telah memberikan izin, membantu serta dukungan selama proses pelaksanaan pengambilan data untuk penelitian Tugas Akhir ini.
9. CV Sinar Albasia Utama yang telah mengizinkan dan membantu selama proses pengambilan data penelitian Tugas Akhir ini.
10. Indah Suci Ramadhani selaku Rekan Tugas Akhir yakni yang telah sabar dan pengertian selama proses pelaksanaan dan penyelesaian Tugas Akhir ini.
11. Keluarga Besar Teknik Lingkungan, khususnya angkatan 2013 yang telah berbagi canda, tawa, tangis selama ini semoga selalu kompak dan sukses selalu.
12. Keluarga Besar Tjiptosoewoyo dan Syafei yang telah memberikan doa dan dukungan selama penulis menyelesaikan studi dan Tugas Akhirnya.
13. Seluruh teman-teman penulis semasa SMP, SMA dan Kuliah penulis yang telah memberikan doa serta semangat dan membantu untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa Penelitian Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk lebih baik kedepannya. Semoga penyusunan Penelitian Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak.

Wassalamualaikum warrahmatullahi wabarrakatuh.

Yogyakarta, 21 Februari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR NOTASI	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRACT	xv
ABSTRAK	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Ruang Lingkup	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Udara	5
2.2. Pencemaran Udara.....	5
2.3. Sumber Pencemaran Udara	5
2.4. Jenis Pencemaran Udara.....	6
2.5. Faktor Yang Mempengaruhi Pencemaran Udara	6
2.6. Sulfur Dioksida (SO ₂)	7
2.6.1. Pengertian sulfur dioksida.....	7
2.6.2. Sumber sulfur dioksida	8
2.6.3. Mekanisme pembentukan sulfur dioksida.....	8
2.6.4. Pengaruh sulfur dioksida terhadap lingkungan	9
2.6.5. Peraturan mengenai kadar sulfur dioksida	11

2.7.	Industri Kayu Lapis	11
2.7.1.	Gambaran umum industri kayu lapis	11
2.7.2.	Baku mutu emisi sumber tidak bergerak untuk industri pengolahan kayu	14
2.8.	Pemodelan	15
2.8.1.	<i>Gaussian dispersion</i>	15
2.8.2.	<i>Box model</i>	22
2.9.	Penelitian Terdahulu	23
BAB III METODE PENELITIAN		28
3.1.	Tahap Penelitian	28
3.2.	Lokasi Penelitian	30
3.3.	Penentuan Waktu Penelitian	32
3.4.	Metode Penelitian	32
3.4.1.	Pengambilan sampel uji	32
3.4.2.	Persyaratan pemilihan lokasi pengambilan contoh uji	32
3.4.3.	Pengujian sampel	33
3.4.4.	Perhitungan	38
3.5.	Pemodelan <i>Gauss Dispersion</i>	39
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA		41
4.1.	Kondisi Lingkungan Pemantauan Saat Pengukuran	41
4.2.	Hasil Analisis Konsentrasi Pengamatan Langsung SO ₂	42
4.2.1.	Konsentrasi pemantauan langsung SO ₂ di titik 1	42
4.2.2.	Konsentrasi pemantauan langsung SO ₂ di titik 2	45
4.2.3.	Perbandingan konsentrasi hasil pemantauan SO ₂ pada 2 titik	48
4.3.	Hasil Analisis Konsentrasi Pemodelan <i>Gauss Dispersion</i> SO ₂	51
4.3.1.	Konsentrasi SO ₂ pemodelan dispersi Gauss pada titik 1	52
4.3.2.	Konsentrasi SO ₂ pemodelan dispersi Gauss pada titik 2	55
4.3.3.	Perbandingan konsentrasi SO ₂ hasil pemodelan dispersi Gauss pada 2 titik	58
4.4.	Hasil Analisis Antara Konsentrasi SO ₂ Pengamatan Langsung dan Pemodelan <i>Gauss Dispersion</i>	61

4.4.1.	Perbandingan konsentrasi SO ₂ hasil pemantauan langsung dengan pemodelan dispersi Gauss pada Titik 1.....	61
4.4.2.	Perbandingan konsentrasi SO ₂ hasil pemantauan langsung dengan pemodelan dispersi Gauss pada Titik 2.....	63
4.5.	Nilai Kontribusi SO ₂	65
4.5.1.	Nilai kontribusi SO ₂ dari emisi industri pada titik 1	66
4.5.2.	Nilai kontribusi SO ₂ dari emisi industri pada titik 2	67
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		68
5.1.	Kesimpulan.....	68
5.2.	Saran	70
DAFTAR PUSTAKA		71
LAMPIRAN.....		73



DAFTAR TABEL

Tabel 2 1	Pengaruh SO ₂ Terhadap Manusia	10
Tabel 2 2	Baku Mutu Kualitas Udara Ambien Untuk Parameter Sulfur Dioksida	11
Tabel 2 3	Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak Untuk Industri Pengolahan Kayu	14
Tabel 2 4	Profil Nilai Exponen P Berdasarkan Kelas Stabilitas Atmosfer	18
Tabel 2 5	Stabilitas Pasquill	20
Tabel 2 6	Keterangan Tiap Kelas Stabilitas Atmosfer	20
Tabel 2 7	Konstanta a, c, d dan f Berdasarkan Tiap Kelas Stabilitas Atmosfer	22
Tabel 2 8	Jurnal Penelitian Terdahulu Mengenai SO ₂	23
Tabel 3 1	Lokasi Penelitian	31
Tabel 3 2	Waktu Pengukuran	32
Tabel 3 3	Alat Dan Bahan Pengujian	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2 1	Tahapan Produksi Kayu Lapis Cv. Sinar Albasia Utama	12
Gambar 2 2	Penyebaran Polutan Dua Dimensi dalam Bentuk <i>Plume</i>	18
Gambar 2 3	Estimasi Dispersi Di Atmosfer	19
Gambar 2 4	Grafik Σy Dan Σz	21
Gambar 3 1	Skema Penelitian.....	28
Gambar 3 2	Peta Wilayah Kecamatan Kalasan Daerah Istimewa Yogyakarta	30
Gambar 3 3	Peta Lokasi Titik Pengambilan Contoh Uji di Dusun Kalimati....	31
Gambar 3 4	Botol Penjerap Midget Impinger	34
Gambar 3 5	Rangkaian Peralatan Pengambil Contoh Uji SO ₂ Selama 1 Jam	34
Gambar 3 6	Flowchart Pembuatan Larutan Tcm 0,04 M	35
Gambar 3 7	Flowchart Pembuatan Larutan Asam Sulfamat 0,6% V/V	35
Gambar 3 8	Flowchart Pembuatan Larutan Induk Pararosanilin Hidroklorida 0,2%	36
Gambar 3 9	Flowchart Pembuatan Larutan Kerja Pararosanilin	36
Gambar 3 10	Flowchart Pembuatan Formaldehid 0,2% V/V	36
Gambar 3 11	Flowchart Pengambilan Contoh Uji Selama 1 Jam	37
Gambar 3 12	Flowchart Pengujian Sampel Uji SO ₂	38
Gambar 4 1	Keadaan Lokasi Pemantauan di Titik 1	41
Gambar 4 2	Keadaan Lokasi Pemantauan di Titik 1	41
Gambar 4 3	Grafik Hasil Pemantauan Langsung Konsentrasi SO ₂ pada Titik 1	42
Gambar 4 4	Grafik Hasil Pemantauan Langsung Konsentrasi SO ₂ pada Titik 2	45
Gambar 4 5	Grafik Hasil Pemantauan Langsung Konsentrasi SO ₂ pada Titik 1 Dan Titik 2	48
Gambar 4 6	Grafik Konsentrasi SO ₂ Pemodelan <i>Gauss Dispersion</i> pada Titik 1	52

Gambar 4 7	Grafik Konsentrasi SO ₂ Pemodelan <i>Gauss Dispersion</i> pada Titik 2	55
Gambar 4 8	Grafik Perbandingan Konsentrasi SO ₂ Pemodelan <i>Gauss Dispersion</i> Pada Titik 1 dan Titik 2.....	58
Gambar 4 9	Grafik Perbandingan Konsentrasi SO ₂ Hasil Pemantauan Langsung Dengan Pemodelan <i>Gauss Dispersion</i> pada Titik 1.....	61
Gambar 4 10	Grafik Perbandingan Konsentrasi SO ₂ Hasil Pemantauan Langsung Dengan Pemodelan <i>Gauss Dispersion</i> pada Titik 2.....	63
Gambar 4 11	Grafik Nilai Kontribusi SO ₂ Dari Emisi Industri pada Titik 1	66
Gambar 4 12	Grafik Nilai Kontribusi SO ₂ Dari Emisi Industri pada Titik 2	67



DAFTAR NOTASI

V	=	Volum udara yang dihisap (L)
F1	=	Laju alir awal (L/menit)
F2	=	Laju alir akhir (L/menit)
t	=	Durasi pengambilan contoh uji (menit)
Pa	=	Tekanan barometer rata-rata selama pengambilan contoh uji (mmHg)
Ta	=	Temperatur rata-rata selama pengambilan contoh uji (K)
298	=	Temperatur pada kondisi normal 25 ⁰ c (K)
760	=	Tekanan pada kondisi normal 1 atm (mmHg)
Cs	=	Konsentrasi Sampling SO ₂ di udara (μg/Nm ³)
b	=	Jumlah SO ₂ dari contoh uji dengan melihat kurva kalibrasi (μg)
1000	=	Konversi liter (L) ke m ³
C _M	=	Konsentrasi Sulfur Dioksida (SO ₂) pemodelan (μg/Nm ³)
E	=	Konsentrasi SO ₂ di cerobong industri kayu lapis (mg/m ³)
Q	=	Laju emisi pencemar (g/s)
v _H	=	Kecepatan angin pada ketinggian cerobong (m/s)
σ _y	=	Standar deviasi konsentrasi pencemar dalam arah-y (m)
σ _z	=	Standar deviasi konsentrasi pencemar dalam arah-z (m)
y	=	Jarak horizontal reseptor dari sumber dalam arah-y (m)
z	=	Jarak vertikal reseptor dari sumber dalam arah-y (m)
H	=	Tinggi efektif pencemar (m)
h	=	Tinggi cerobong (m)
Δh	=	Tinggi kepulan asap (m)
F	=	<i>Buoyancy flux parameter</i> (m ⁴ /s ³)
xf	=	Jarak <i>downwind</i> ke titik akhir dari kepulan asap (m)
v _h	=	Kecepatan angin pada ketinggian cerobong (m/s)
v _z	=	Kecepatan angin pada ketinggian 10 meter (m/s)
g	=	Kecepatan gravitasi (9,8 m/s ²)

r	=	Jari-jari dalam cerobong (m)
V_s	=	Kecepatan gas yang keluar dari cerobong (m/s)
T_s	=	Temperatur pada cerobong (K)
T_{am}	=	Temperatur ambien (K)
a, c, d, f	=	Tetapan konstanta pada jarak x
n	=	Jumlah data
x_i	=	Konsentrasi pada hari tersebut
\bar{x}	=	Rerata konsentrasi selama pengambilan contoh uji
y_i	=	Suhu/ Tekanan rata-rata pada hari tersebut
\bar{y}	=	Rerata suhu/tekanan selama pengambilan contoh uji
S_x	=	Simpangan baku x
S_y	=	Simpangan baku y
r_k	=	Koefisien korelasi
C_{BM}	=	Konsentrasi rata-rata gas atau partikel <20 mikron yang terdapat dalam box termasuk background level, ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
Q_{BM}	=	Debit rata-rata gas atau partikel < 20 mikron yang dikeluarkan dari sumber, ($\mu\text{g}/\text{detik}$).
t_{BM}	=	Periode waktu menggunakan asumsi bahwa terjadi pencampuran sempurna dalam box, (detik).
x	=	<i>Downwind dimension of box</i> , (m)
y	=	<i>Crosswind dimension of box</i> , (m)
z	=	<i>Vertical dimension of box</i> , (m)

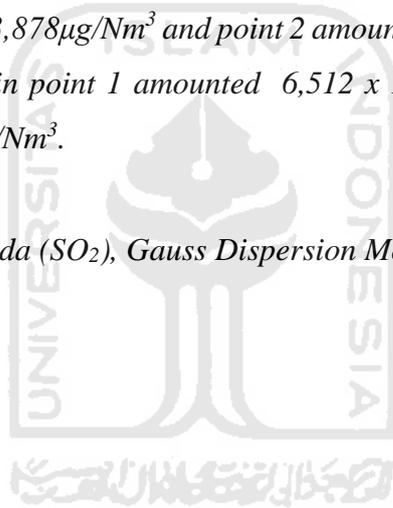
DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	Perhitungan Konsentarsi SO ₂ di Udara Ambien
LAMPIRAN 2	Hasil Konsentrasi SO ₂ di Titik 1
LAMPIRAN 3	Hasil Konsentrasi SO ₂ di Titik 2
LAMPIRAN 4	Perhitungan Koefisien Korelasi
LAMPIRAN 5	Hasil Perhitungan Koefisien Korelasi pada Titik 1
LAMPIRAN 6	Hasil Perhitungan Koefisien Korelasi pada Titik 2
LAMPIRAN 7	Perhitungan Konsentrasi SO ₂ dengan Pemodelan Gauss
LAMPIRAN 8	Tinggi Efektif pada Cerobong untuk Titik 1
LAMPIRAN 9	Tinggi Efektif pada Cerobong untuk Titik 2
LAMPIRAN 10	Dispersi Arah Vertikal dan Horizontal
LAMPIRAN 11	Hasil Konsentrasi SO ₂ Pemodelan Gauss pada Titik 1
LAMPIRAN 12	Hasil Konsentrasi SO ₂ Pemodelan Gauss di Titik 2
LAMPIRAN 13	Perhitungan Nilai Kontribusi SO ₂
LAMPIRAN 14	Hasil Perhitungan Nilai Kontribusi SO ₂ untuk Titik 1
LAMPIRAN 15	Hasil Perhitungan Nilai Kontribusi SO ₂ untuk Titik 2
LAMPIRAN 16	Dokumentasi
LAMPIRAN 17	Buku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak untuk Industri Pengolahan Kayu
LAMPIRAN 18	Baku Mutu Udara Ambien Daerah Istimewa Yogyakarta
LAMPIRAN 19	Catatan Aktivitas Penelitian Harian
LAMPIRAN 20	Kartu Peserta Tugas Akhir
LAMPIRAN 21	Jurnal Penelitian Tugas Akhir

ABSTRACT

The plywood industry is industry that produce emissions from flue boiler which has the potential of air pollution such as Sulfur Dioxide. This study was conducted to determine the concentration of SO₂, determine the movement of SO₂ and determine contribution of plywood industry emission for ambient air quality around Dusun Kalimati, Tirtomartani, Kalasan, Sleman, D.I.Yogyakarta. The SO₂ sample testing method refers to SNI 19-7119.7-2005 a Pararosanilin method using the spectrophotometer and Gauss Dispersion Model for Point Source from stack of plywood inudstry. Results of monitoring the concentration of SO₂ in December 2016 in point 1 amounted 3,878µg/Nm³ and point 2 amounted 3,866µg/Nm³. Results Gauss Dispersion Model in point 1 amounted 6,512 x 10⁻²¹µg /Nm³ and point 2 amounted 9,662 x 10⁻⁷µg /Nm³.

Kata kunci : Sulfur Dioksida (SO₂), Gauss Dispersion Model, Industri Kayu lapis, Pararosanilin



ABSTRAK

Industri kayu lapis merupakan salah satu industri yang menghasilkan emisi berasal dari cerobong boiler yang memiliki potensi pencemaran udara seperti gas Sulfur Dioksida. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui konsentrasi SO₂, mengetahui konsentrasi persebaran emisi SO₂ dan mengetahui nilai kontribusi dari emisi proses industri kayu lapis terhadap kualitas udara ambien di sekitar Dusun Kalimati, Tirtomartani, Kalasan, Sleman, D.I.Yogyakarta. Metode pengujian sampel SO₂ ini mengacu pada SNI 19-7119.7-2005 dengan metoda Pararosanilin menggunakan Spektrofotometer dan Gauss Dispersion Model untuk Point Source dari cerobong industri kayu lapis. Hasil Penelitian konsentrasi pemantauan langsung parameter SO₂ pada bulan Desember 2016 di titik 1 sebesar 3,878µg/Nm³ dan titik 2 yakni sebesar 3,866µg/Nm³. Hasil Gauss Dispersion Model di titik 1 sebesar 6,512x10⁻²¹µg/Nm³ dan titik 2 sebesar 9,662x10⁻⁷µg/Nm³.

Kata kunci : Sulfur Dioksida (SO₂), Gauss Dispersion Model, Industri Kayu lapis, Pararorsanilin

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Sejak terjadinya revolusi industri mengakibatkan bertambahnya jumlah industri di dunia, termasuk Indonesia. Hal tersebut guna menyejahterakan kehidupan manusia. Disisi lain pertambahan industri menyebabkan penurunan kualitas lingkungan akibat emisi yang dikeluarkan dari kegiatan industri tersebut.

Berdasarkan Undang-undang nomor 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, Penurunan kualitas lingkungan dilihat dari daya tampung dan daya dukung lingkungan dalam mendukung kehidupan makhluk hidup dan kemampuan lingkungan untuk menyerap komponen yang masuk atau dimasukkan kedalamnya. Salah satu penurunan kualitas lingkungan yang dapat diamati adalah penurunan kualitas udara. Hal tersebut dapat terlihat dari banyaknya partikel debu yang bertebaran, suhu yang tinggi, pelapukan yang cepat, dan lain sebagainya.

Udara merupakan salah satu dari faktor penting dalam kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Perubahan kualitas udara umumnya disebabkan oleh pencemaran udara, yakni masuknya zat pencemar berupa gas atau partikel ke dalam udara baik secara alamiah atau secara antropogenik. Diantaranya adalah gas SO_x, NO_x, O₃, debu dan lain-lain (Fardiaz,1992).

Industri kayu lapis merupakan salah satu industri yang dalam proses produksinya menghasilkan emisi yang berasal dari cerobong *boiler* yang memiliki potensi pencemaran udara. Salah satu unsur pencemar udara yang dihasilkan adalah gas sulfur dioksida (SO₂) yang dapat menyebabkan kerusakan tanaman, iritasi sistem pernafasan, hujan asam, proses korosi metal yang cepat, kerusakan bangunan dan lain sebagainya.

Industri ini berdekatan dengan Dusun Kalimati yang terletak di Desa Tirtomartani Kecamatan Kalasan Kabupaten Sleman. Emisi yang dikeluarkan dari

cerobong *boiler* yang pekat menimbulkan keluhan dan keresahan masyarakat sekitar industri, karena dapat mengganggu kesehatan masyarakat terutama pada anak-anak dan orang lanjut usia. Oleh karena itu dipilihlah Dusun ini sebagai lokasi pengukuran untuk mengurangi kekhawatiran masyarakat sekitar, selain itu lokasi ini sudah memenuhi persyaratan lokasi pengambilan sampel uji.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kadar Sulfur Dioksida (SO_2) di Dusun Kalimati yang diakibatkan kegiatan industri kayu lapis maka penelitian ini mengangkat judul **“Pemantauan Kualitas Udara Ambien dan Pemodelan *Gauss Dispersion* Gas Sulfur Dioksida (SO_2) dari Emisi Industri Kayu Lapis di Dusun Kalimati, Tirtomartani, Kalasan, Sleman, D.I Yogyakarta”**

1.2. RUMUSAN MASALAH

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Berapa konsentrasi kualitas udara ambien untuk parameter Sulfur Dioksida (SO_2) dari emisi proses industri kayu lapis di Dusun Kalimati, Tirtomartani, Kalasan, Sleman, D.I.Yogyakarta ?
2. Berapa konsentrasi persebaran emisi Sulfur Dioksida (SO_2) dari emisi proses industri kayu lapis di Dusun Kalimati, Tirtomartani, Kalasan, Sleman, D.I.Yogyakarta ?
3. Berapa nilai kontribusi Sulfur Dioksida (SO_2) dari emisi proses industri kayu lapis terhadap kualitas udara ambien di sekitar Dusun Kalimati, Tirtomartani, Kalasan, Sleman, D.I.Yogyakarta ?

1.3. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui konsentrasi kualitas udara ambien untuk parameter Sulfur Dioksida (SO_2) dari emisi proses industri kayu lapis di Dusun Kalimati, Tirtomartani, Kalasan, Sleman, D.I.Yogyakarta.
2. Untuk mengetahui konsentrasi persebaran emisi Sulfur Dioksida (SO_2) dari emisi proses industri kayu lapis di Dusun Kalimati, Tirtomartani, Kalasan, Sleman, D.I.Yogyakarta.
3. Untuk mengetahui nilai kontribusi Sulfur Dioksida (SO_2) dari emisi proses industri kayu lapis terhadap kualitas udara ambien di sekitar Dusun Kalimati, Tirtomartani, Kalasan, Sleman, D.I.Yogyakarta.

1.4. RUANG LINGKUP

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dijabarkan maka batasan dalam penelitian ini adalah:

1. Lokasi pengambilan sampel gas Sulfur Dioksida (SO_2) yaitu di Dusun Kalimati Desa Tirtomartani Kec.Kalasan Kab.Sleman D.I.Yogyakarta yang berada di dekat industri kayu lapis. Pemantauan dilakukan pada 2 titik yang berbeda, titik 1 terletak pada koordinat LS $7^{\circ}44'25.7028''$ BT $110^{\circ}27'50.6016''$ sedangkan titik 2 terletak pada koordinat LS $7^{\circ}44'20.598''$ BT $110^{\circ}27'47.1456''$.
2. Waktu pengambilan sampel selama bulan Oktober sampai dengan Desember dilakukan setiap hari Senin siang pukul 13.00-14.00 dan Kamis pagi pukul 09.00-10.00 masing-masing selama 1 jam pengukuran.
3. Penentuan konsentrasi gas Sulfur Dioksida (SO_2) di udara ambien menggunakan spektrofotometer dengan metode pararosanilin.
4. Pemodelan udara yang digunakan adalah pemodelan *gauss dispersion* untuk mengetahui pergerakan gas Sulfur Dioksida (SO_2) yang berasal dari cerobong *boiler* industri kayu lapis.

1.5. MANFAAT PENELITIAN

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi konsentrasi kualitas udara ambien untuk parameter Sulfur Dioksida (SO_2) dari emisi proses industri kayu lapis di Dusun Kalimati, Tirtomartani, Kalasan, Sleman, D.I.Yogyakarta.
2. Memberikan informasi terkait konsentrasi persebaran emisi Sulfur Dioksida (SO_2) dari emisi proses industri kayu lapis di Dusun Kalimati, Tirtomartani, Kalasan, Sleman, D.I.Yogyakarta.

Memberikan kontribusi untuk melakukan penelitian lebih lanjut dalam mengetahui kualitas udara serta persebaran emisi dari proses industri kayu lapis.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. UDARA

Udara adalah suatu campuran gas yang terdapat pada lapisan yang mengelilingi bumi dan komponen campuran gas tersebut tidak selalu konstan. Udara juga merupakan atmosfer yang berada di sekeliling bumi yang fungsinya sangat penting bagi kehidupan manusia di dunia ini (Fardiaz, 1992).

Udara di alam tidak pernah ditemukan bersih tanpa polutan. Namun, kualitas udara yang baik sangat diperlukan oleh manusia, karena dapat mempengaruhi kesehatan manusia itu sendiri. Menurunnya kualitas udara akibat terjadinya pencemaran di suatu wilayah seringkali baru dirasakan setelah dampaknya menyebabkan gangguan kesehatan pada makhluk hidup, termasuk pada manusia (Fardiaz, 1992).

2.2. PENCEMARAN UDARA

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 Tahun 1999 menyebutkan bahwa yang dinamakan pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan atau komponen lain kedalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara ambien turun sampai tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya.

2.3. SUMBER PENCEMARAN UDARA

Sumber pencemaran udara dapat pula dibagi atas:

- 1) Sumber bergerak, seperti: kendaraan bermotor
- 2) Sumber tidak bergerak, seperti:
 - a. Sumber titik, contoh: cerobong asap
 - b. Sumber area, contoh: pembakaran terbuka di wilayah pemukiman (Soemirat, 2002).

2.4. JENIS PENCEMARAN UDARA

Berdasarkan bentuk :

1. Gas, adalah uap yang dihasilkan dari zat padat atau zat cair karena dipanaskan atau menguap sendiri. Contohnya: CO₂, CO, SO_x, NO_x.
2. Partikel, adalah suatu bentuk pencemaran udara yang berasal dari zarah zarah kecil yang terdispersi ke udara, baik berupa padatan, cairan, maupun padatan dan cairan secara bersama-sama. Contohnya: debu, asap, kabut, dan lain-lain (Sunu, 2001).

2.5. FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PENCEMARAN UDARA

Pencemaran udara yang terjadi di permukaan bumi ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya faktor meteorologi dan iklim serta faktor topografi.

1. Meteorologi dan Iklim

Variabel yang termasuk di dalam faktor meteorologi dan iklim, antara lain :

- a. Temperatur

Pergerakan mendadak lapisan udara dingin ke suatu kawasan industri dapat menimbulkan temperatur inversi. Dengan kata lain, udara dingin akan terperangkap dan tidak dapat keluar dari kawasan tersebut dan cenderung menahan polutan tetap berada di lapisan permukaan bumi sehingga konsentrasi polutan di kawasan tersebut semakin lama semakin tinggi.

- b. Arah dan Kecepatan Angin

Kecepatan angin yang kuat akan membawa polutan terbang kemana-mana dan dapat mencemari udara negara lain.

- c. Hujan

Air hujan sebagai pelarut umum, cenderung melarutkan bahan polutan yang terdapat dalam udara. Kawasan industri yang menggunakan batubara sebagai sumber energinya berpotensi menjadi sumber pencemar udara di sekitarnya. Pembakaran batubara akan menghasilkan gas sulfur dioksida dan apabila gas tersebut bercampur dengan air hujan akan terbentuk asam

sulfat (*sulfuric acid*) sehingga air hujan menjadi asam, biasa disebut hujan asam (*acid rain*) (Chandra, 2006).

2. Topografi

Variabel-variabel yang termasuk di dalam faktor topografi, antara lain :

a. Dataran rendah

Di daerah dataran rendah, angin cenderung membawa polutan terbang jauh ke seluruh penjuru dan dapat melewati batas negara dan mencemari udara negara lain.

b. Pegunungan

Di daerah dataran tinggi sering terjadi temperatur inversi dan udara dingin yang terperangkap akan menahan polutan tetap di lapisan permukaan bumi.

c. Lembah

Di daerah lembah, aliran angin sedikit sekali dan tidak bertiup ke segala penjuru. Keadaan ini cenderung menahan polutan yang terdapat di permukaan bumi (Chandra, 2006).

2.6. SULFUR DIOKSIDA (SO₂)

2.6.1. Pengertian Sulfur Dioksida

Sulfur dioksida (SO₂) termasuk dalam kelompok sulfur oksida (SO_x) bersama dengan sulfur trioksida (SO₃). Karakteristik SO₂ adalah memiliki bau yang tajam dan tidak terbakar di udara, sedangkan SO₃ merupakan komponen yang tidak reaktif. Kadar SO₂ yang terdeteksi oleh indera penciuman manusia pada konsentrasi 0,3 – 1 ppm (Wardhana, 2004).

Pembakaran bahan-bahan yang mengandung sulfur akan menghasilkan kedua bentuk SO_x, tetapi jumlah relatif masing-masing tidak dipengaruhi oleh jumlah oksigen yang tersedia. Meskipun udara tersedia dalam jumlah cukup, SO₂ selalu terbentuk dalam jumlah terbesar. Jumlah SO₃ yang terbentuk dipengaruhi oleh kondisi reaksi, terutama suhu dan bervariasi dari 1-10% dari total SO₂ (Fardiaz, 1992).

2.6.2. Sumber Sulfur Dioksida

SO₂ berasal dari dua sumber yakni sumber alamiah dan buatan. Sumber-sumber SO₂ alamiah adalah gunung-gunung berapi, pembusukan bahan organik oleh mikroba dan reduksi sulfat secara biologis. Proses pembusukan akan menghasilkan H₂S yang akan cepat berubah menjadi SO₂. Sumber-sumber SO₂ buatan adalah pembakaran bahan bakar minyak, gas dan batubara yang mengandung sulfur tinggi, berkontribusi sebanyak 1/3 dari seluruh SO₂ atmosfer per tahun yang seluruhnya berasal dari buangan industri, apabila pembakaran bahan bakar fosil ini bertambah dikemudian hari maka dalam waktu singkat sumber-sumber ini akan memproduksi lebih banyak SO₂ daripada sumber alamiah (Slamet, 2002).

Menurut Jacobson (2002) dalam Waluyo (2011) menyebutkan bahwa SO₂ adalah pencemar dari sumber industri yang berperan sebagai gas awal mulai terbentuk asam sulfat (H₂SO₄), komponen partikel aerosol yang mempengaruhi deposisi asam, iklim global dan lapisan ozon global. Beberapa sumber utama dari gas SO₂ yakni pembangkit listrik tenaga batubara, pembakaran bahan bakar fosil dan gunung berapi.

2.6.3. Mekanisme Pembentukan Sulfur Dioksida

Mekanisme pembentukan SO_x dapat dituliskan dalam dua tahap reaksi sebagai berikut :



Gas buangan hasil pembakaran pada umumnya mengandung SO₂ lebih banyak daripada SO₃. Jadi dalam hal ini yang dominan adalah SO₂. Namun apabila SO₂ bertemu dengan oksigen dan kemudian membentuk gas SO₃ lalu segera bertemu dengan air membentuk droplet asam sulfat (H₂SO₄) (Wardhana, 2004).



Setelah berada di atmosfer, sebagian SO₂ diubah menjadi SO₃ (kemudian menjadi H₂SO₄) oleh proses-proses fotolitik dan katalitik. Jumlah SO₂ yang

teroksidasi menjadi SO_3 dipengaruhi oleh beberapa faktor termasuk jumlah air yang tersedia, intensitas, waktu dan distribusi spektrum sinar matahari, dan jumlah bahan katalitik, sorptif dan alkalin yang tersedia. NO_2 dan hidrokarbon merupakan komponen yang penting dalam oksidasi, pengaruh katalitik nitrogen oksida terhadap oksidasi (SO_2) telah diketahui dan digunakan selama bertahun-tahun untuk memproduksi H_2SO_4 secara industri. Pada malam hari atau kondisi lembab atau selama hujan, SO_2 atmosfer diabsorpsi oleh droplet air alkalin dan bereaksi pada kecepatan tertentu untuk membentuk sulfat di dalam droplet (Fardiaz, 1992).

2.6.4. Pengaruh Sulfur Dioksida terhadap Lingkungan

Pengaruh terhadap tanaman membuat kerusakan tanaman yang dipengaruhi dua faktor, yaitu konsentrasi SO_2 dan waktu kontak. Kontak SO_2 pada konsentrasi tinggi dalam waktu sebentar menyebabkan beberapa gejala yakni daun menjadi kering dan mati, dan biasanya warna memucat, sedangkan kontak dengan SO_2 pada konsentrasi rendah dalam waktu lama menyebabkan kerusakan kronis menyebabkan terhambatnya mekanisme pembentukan klorofil sehingga warna daun menjadi menguning (Fardiaz, 1992).

Berdasarkan Kementerian Lingkungan Hidup, Udara yang telah tercemar SO_x menyebabkan manusia akan mengalami gangguan pada sistem pernafasan. Hal ini karena SO_x yang mudah menjadi asam tersebut menyerang selaput lendir pada hidung, tenggorokan dan saluran nafas yang lain sampai ke paru-paru. Serangan gas SO_x tersebut menyebabkan iritasi pada bagian tubuh yang terkena. Iritasi pada saluran pernafasan dapat menyebabkan pergerakan silia menjadi lambat, bahkan dapat terhenti, sehingga tidak dapat membersihkan saluran pernafasan. Hal ini dapat meningkatkan produksi lendir dan penyempitan saluran pernafasan. Akibatnya terjadi kesulitan bernafas, sehingga benda asing termasuk bakteri/ mikroorganisme lain tidak dapat dikeluarkan dari saluran pernafasan dan hal ini memudahkan terjadinya infeksi saluran pernafasan (Mukono, 2000). Berikut ini adalah tabel pengaruh yang ditimbulkan oleh SO_2 berdasarkan kadar konsentrasi yang ada di ambien :

Tabel 2 1 Pengaruh SO₂ terhadap manusia

Konsentrasi (ppm)	Pengaruh
3 - 5	Jumlah terkecil yang dapat dideteksi dari baunya
8 - 12	Jumlah terkecil yang segera mengakibatkan iritasi tenggorokan
20	Jumlah terkecil yang segera mengakibatkan iritasi mata
20	Jumlah terkecil yang segera mengakibatkan batuk
20	Maksimum yang diperbolehkan untuk kontak dalam waktu lama
50 - 100	Maksimum yang diperbolehkan untuk kontak dalam waktu singkat (30 menit)
400 - 500	Berbahaya meskipun kontak secara singkat

Sumber : Kirk dan Othmer, 1969 dalam Fardiaz, 1992

Kerusakan akibat polutan SO₂ terhadap bahan lain terutama disebabkan oleh asam sulfat yang diproduksi jika SO₃ bereaksi dengan uap air di atmosfer. Salah satu pengaruh SO₂ terhadap bahan lain adalah terhadap cat, dimana waktu pengeringan dan pengerasan beberapa cat meningkat jika mengalami kontak dengan SO₂. Beberapa film cat menjadi lunak dan rapuh jika dikeringkan dengan adanya SO₂. Kecepatan korosi kebanyakan metal, terutama besi, baja dan zink, dirangsang pada kondisi lingkungan yang terpolusi SO₂. Bahan-bahan partikel, kelembapan tinggi dan suhu juga berperan penting dalam proses korosi tersebut. Beberapa hal yang perlu diketahui mengenai korosi metal adalah sebagai berikut.

- ✓ Kecepatan korosi meningkat pada daerah industri.
- ✓ Kecepatan korosi meningkat pada musim gugur dan salju karena polutan partikel dan sulfur oksida lebih terkonsentrasi dalam pembakaran bahan bakar untuk pemanasan.

Konsentrasi asam sulfat dalam jumlah tinggi sebagai polutan udara dapat menyerang berbagai bahan bangunan, terutama bahan-bahan yang mengandung karbonat seperti marmer, batu kabur, genteng dan batu. Karbonat di dalam bahan-bahan tersebut diubah menjadi sulfat yang larut dalam air. Bahan-bahan tersebut menjadi berlubang-lubang dan merapuh karena sulfat yang larut dapat terbawa dengan air hujan.

Beberapa serat tekstil, terutama yang terbuat dari serat tumbuh-tumbuhan, kehilangan kekuatannya (menjadi lapuk) jika mengalami kontak dengan asam. Serat hewan seperti wool lebih tahan terhadap asam. Kulit mempunyai afinitas kuat terhadap SO_2 , sehingga menyebabkan kehilangan kekuatannya dan mudah sobek. Kertas juga mengabsorpsi SO_2 , yang kemudian dioksidasi menjadi H_2SO_4 , menyebabkan kertas menjadi berubah warna dan menjadi rapuh (Fardiaz,1992).

2.6.5. Peraturan Mengenai Kadar Sulfur Dioksida

Pemerintah telah menetapkan Baku Mutu Udara Ambien Nasional yang terlampir dalam Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 153 Tahun 2002 dimana untuk mengatur batas maksimum beberapa parameter yang diperbolehkan ada di udara ambien. Berikut ini adalah Baku Mutu Udara Ambien khusus Sulfur Dioksida :

Tabel 2 2 Baku Mutu Kualitas Udara Ambien untuk Parameter Sulfur Dioksida

Parameter	Waktu Pengukuran	BMUA		Metode Analisis	Peralatan
		ppm	$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$		
Sulfur Dioksida (SO_2)	1 jam	0,34	900	Pembentukan kompleks dengan pararosanilin	Spektrofotometer UV-VIS
	3 jam	-	-		
	24 jam	0,14	365		
	1 tahun	0,03	60		

Sumber : KepGub No.153 Tahun 2002

2.7. INDUSTRI KAYU LAPIS

Kayu lapis atau *barecore* merupakan potongan kayu yang dipotong menjadi korpis dengan ukuran yang sama dan direkatkan satu sama lainnya dengan lem menjadi lembaran *plywood*.

2.7.1. Gambaran Umum Industri Kayu Lapis

CV. Sinar Albasia Utama merupakan pabrik industri pengolahan kayu lapis (*barecore*) yang berdiri sejak tahun 2010 yang terletak di Jl. Cangkirngan Km 4, Dusun Babadan, Purwomartani, Kalasan, Sleman, Yogyakarta. Kapasitas produksi CV. Sinar Albasia Utama mencapai 3000 m^3 tiap bulannya. CV. Sinar

Albasia Utama mengekspor hasil produksinya ke Cina dan Taiwan. Bahan baku yang digunakan yakni kayu albasia yang berasal dari hasil pertanian hutan rakyat di beberapa wilayah di Indonesia, seperti Jawa Tengah dan Jawa Timur. Kebutuhan bahan baku yang digunakan sebanyak 8.500 m³ tiap bulannya. Berikut merupakan tahapan proses produksi di CV. Sinar Albasia Utama:



Gambar 2 1 Tahapan Produksi Kayu Lapis CV. Sinar Albasia Utama

Penjelasan dari tiap tahapan produksi sebagai berikut:

1. *Sawn Timber* basah merupakan proses penerimaan dan perhitungan bobot kayu. Jumlah dan volume kayu albasia lalu diletakkan di ruang terbuka untuk mengurangi kelembaban sehingga kayu tersebut menjadi kering.

2. *Sticking* merupakan proses identifikasi, dokumentasi dan pengukuran kayu standar legal logging sebelum menuju ke proses produksi. Kayu yang melewati tahap ini akan diberikan penamaan/ pelabelan untuk siap diproses dengan ukuran sepanjang 1 meter.
3. *Kiln Dry* merupakan pengeringan secara manual dengan menjemur kayu di bawah sinar matahari dan menempatkan sesuai sistem IN/ OUT untuk mengurangi kadar air yang terdapat pada kayu tersebut sehingga proses pengeringan dengan mesin uap tidak memakan waktu yang lama.
4. *Sawn Timber* kering merupakan proses pengeringan menggunakan alat dengan sistem *steam* yang dihasilkan dari mesin uap (*boiler*) yang mana semua kayu tersebut ditempatkan pada suatu ruangan tertutup dan dihembuskan uap panas *steam* untuk mengeringkan dan mengurangi kadar air yang dapat menghambat proses pemotongan dan penempelan *corepiece* menggunakan lem *pvac*. Bahan bakar yang digunakan untuk menyalakan *boiler* adalah berasal dari kayu-kayu albasia yang tidak terpakai.
5. *Jumping cross cut* merupakan proses pemotongan panjang kayu dengan panjang hasil random antara 30-50 cm
6. *Double Planer* merupakan proses penyamarataan atas dan bawah dari bagian kayu tersebut dengan menggunakan mesin *double surface planner*.
7. *Gang Rip* merupakan proses pemotongan bahan menjadi terbelah-terbelah antara 5-9 bilah dengan menggunakan mesin *barpiece gang rip saw*.
8. *Sortir* merupakan proses penentuan hasil dari *double planer* dan *gang rip* untuk menentukan adanya proses *resize* atau tidak. Apabila baik maka akan dilanjutkan menuju tahap selanjutnya.
9. *Setting* merupakan penataan *barpiece* ke dalam tatakan yang akan dipress dan ditempel menggunakan lem untuk merekatkannya.
10. *Press Laminating* merupakan proses penempelan dan dipress dengan *mesing press hidrolis* selama 20 menit.
11. *Quality Check* merupakan penentuan grade dari hasil *barecore*. Klasifikasi grade dibagi menjadi 2 macam yakni *grade A* dan *grade B* atau *reject* sehingga membutuhkan proses perbaikan.

12. *Resize* merupakan proses pengecilan *barpiece* menjadi sesuai dengan ketentuan yang seharusnya selain proses *resize* terdapat juga proses revisi untuk memperbaiki *barpiece* yang cacat.
13. *Packing* merupakan tahap terakhir pada proses produksi yakni pemberian label *grade A* dan *B* untuk dikemas sehingga siap dikirim kepada konsumen.

Dalam proses *sawn timber* kering, pengeringan dilakukan menggunakan boiler atau ketel uap yang beroperasi selama 24 jam. Bahan bakar yang digunakan berasal dari kayu-kayu albasia yang tidak terpakai, sisa dari proses produksi. Penyimpanan bahan bakar ini diletakkan didalam ruangan seluas 24 m² dengan tinggi 3 meter. Pengisian bahan bakar boiler dilakukan secara manual tergantung kondisi temperatur boiler, apabila suhu rendah maka dilakukan penambahan bahan bakar.

2.7.2. Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak untuk Industri Pengolahan Kayu

Baku mutu emisi industri kayu lapis untuk parameter Sulfur Dioksida (SO₂) terlampir dalam Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 169 tahun 2003 tentang Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak untuk Industri Pengolahan kayu adalah sebagai berikut :

Tabel 2 3 Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak untuk Industri Pengolahan Kayu

NO	Sumber	Parameter	Batas Maksimum		
			mg/m ³	ppm	%
1	Unit Pengeringan	Sulfur Dioksida (SO ₂)	800	288	-

2.8. PEMODELAN

Demi mengendalikan tingkat emisi polusi udara dan polusi lainnya di daerah tertentu, maka perlu menggunakan metode yang efektif untuk mengukur dan mengevaluasi dampak dari polusi udara. Penilaian dan prediksi kualitas udara

menggunakan data base yang diukur pada keadaan kualitas udara dan kondisi meteorologi saat ini. Hasil yang didapat akan digunakan untuk menentukan langkah yang efektif untuk mengurangi emisi dan polusi udara di suatu daerah (S.Goletic, 2013).

2.8.1. *Gaussian Dispersion*

Menurut Pasquill (1961) dan Gifford (1976), model dispersi gauss digunakan untuk menilai dampak adanya sumber pencemaran udara terhadap kualitas udara lokal dan perkotaan. Kelebihan dari pemodelan Gauss adalah dapat digunakan untuk mengolah sejumlah besar sumber emisi, situasi dispersi, dan jaringan reseptor yang cukup padat secara spasial (dari jarak puluhan meter).

Menurut EPA (1998), penggunaan Model Dispersi Gauss sumber tidak bergerak merupakan titik emisi tunggal dari *plume rise* dengan tingkat emisi terus-menerus, sumber volume menggunakan sumber tidak bergerak virtual dengan menetapkan ketinggian dan dimensi virtual horisontal dan vertikal, sumber daerah merupakan emisi dari daerah yang berbentuk persegi panjang dengan menetapkan ketinggian pelepasan dan ukuran.

Distribusi konsentrasi yang meruang (X,Y,Z) dari suatu cerobong dengan ukuran diameter partikel kurang dari 20 mikron setinggi H, diberikan persamaan model dispersi Gauss sebagai berikut :

$$X = \frac{Q}{2 \pi \sigma_y \sigma_z v H} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{y}{\sigma_y} \right)^2} \left\{ e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{z-H}{\sigma_z} \right)^2} + e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{z+H}{\sigma_z} \right)^2} \right\} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dengan pengertian

- X = Konsentrasi pencemar (g/m³)
- Q = Laju emisi pencemar (g/s)
- u = Kecepatan angin pada ketinggian cerobong (m/s)
- σ_y = Standar deviasi konsentrasi pencemar dalam arah-y (m)
- σ_z = Standar deviasi konsentrasi pencemar dalam arah-z (m)
- y = Jarak horisontal reseptor dari sumber dalam arah-y

- z = Jarak vertikal reseptor dari sumber dalam arah-y
 H = Tinggi efektif pencemar (m)
 Δh = Tinggi keputan asap (m)

Dalam mencari tinggi keputan asap suatu cerobong agar mendapatkan tinggi efektif dari pencemar digunakan model Birggs (1972). Tinggi keputan asap bergantung pada momentum dan *buoyancy* (Masters & Ela, 2008). Untuk kondisi netral atau tidak stabil (Kelas A – D) dalam mengestimasi tinggi keputan asap menggunakan persamaan matematis berikut ini :

$$\Delta h = \frac{1,6 F^{\frac{1}{3}} (xf^{\frac{2}{3}})}{vh} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dengan pengertian

- Δh = Tinggi keputan asap (m)
 F = *Buoyancy flux parameter* (m^4/s^3)
 xf = Jarak *downwind* ke titik akhir dari keputan asap (m)
 vh = Kecepatan angin pada ketinggian cerobong (m/s)

Nilai F dicari menggunakan rumus sebagai berikut :

$$F = gr^2vs \left(1 - \frac{T_{am}}{T_s}\right) \dots\dots\dots(2.6)$$

Dengan pengertian

- F = *Buoyancy flux parameter* (m^4/s^3)
 g = Kecepatan gravitasi ($9,8 m/s^2$)
 r = Jari-jari dalam cerobong (m)
 V_s = Kecepatan gas yang keluar dari cerobong (m/s)
 T_{am} = Temperatur ambien (K)
 T_s = Temperatur pada cerobong (K)

Saat kondisi netral atau tidak stabil, penentuan x_f agak sulit karena keputulan asap pada garis tengah berhenti untuk naik sehingga dapat menggunakan persamaan berikut ini :

$$X_f = 120 F^{0,4} \text{ jika } F \geq 55 \frac{m^4}{s^3} \dots\dots\dots(2.7)$$

$$X_f = 50 F^{\frac{5}{8}} \text{ jika } F < 55 \frac{m^4}{s^3} \dots\dots\dots(2.8)$$

Setelah mendapatkan keputulan asap maka dapat diketahui tinggi efektif dari cerobong tersebut yakni menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$H = \Delta h + h \dots\dots\dots(2.9)$$

Dengan pengertian

Δh = Tinggi keputulan asap (m)

h = Tinggi cerobong (m)

H = Tinggi efektif (m)

Kecepatan angin berubah tergantung dengan ketinggian elevasi, untuk mengetahui kecepatan angin pada tinggi efektif maka perlu adanya perbandingan antara kecepatan angin yang didapatkan hasil pengukuran menggunakan anemometer. Namun sebelum mendapatkan hasil kecepatan angin pada ketinggian efektif perlu menentukan kelas stabilitas atmosfer pada saat pengukuran dengan anemometer sehingga mengetahui nilai eksponen ρ . Berikut ini tabel nilai eksponen ρ (Peterson,1978 dalam Masters & Ela, 2008):

Tabel 2 4 Profil Nilai Eksponen P Berdasarkan Kelas Stabilitas Atmosfer

Stabilitas	Keterangan	Eksponen ρ
A	Sangat tidak stabil	0,15
B	Cukup tidak stabil	0,15
C	Sedikit tidak stabil	0,2
D	Netral	0,25

E	Sedikit stabil	0,4
F	Stabil	0,6

Sumber : Peterson, 1978 dalam Masters & Ela 2008.

Berikut ini persamaan yang digunakan untuk mengetahui kecepatan angin pada tinggi efektif :

$$\left(\frac{vH}{va}\right) = \left(\frac{H}{Za}\right)^\rho \dots\dots\dots(2.10)$$

Dengan pengertian

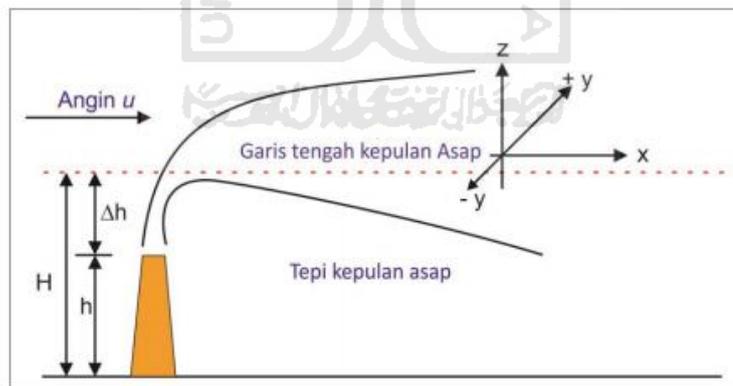
vH = Kecepatan angin pada ketinggian efektif (m/s)

H = Tinggi efektif pencemar (m)

va = Kecepatan angin pada anemometer (m/s)

Za = Ketinggian anemometer diatas permukaan tanah (m)

ρ = Parameter berdimensi yang tergantung pada kekasaran permukaan pada stabilitas atmosfer

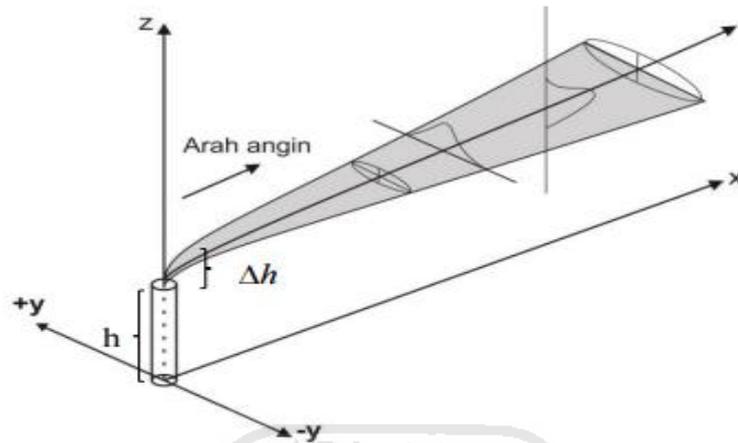


Sumber : digilab.unila.ac.id

Gambar 2 2 Penyebaran polutan dua dimensi dalam bentuk plume

Pada gambar 2 2 merupakan model pola penyebaran polutan dua dimensi secara vertikal yang menunjukkan rerata perubahan bentuk kepulan asap terhadap waktu. Model kepulan asap Gauss mengasumsikan pola distribusi konsentrasi normal yang semakin jauh dari garis tengah kepulan

asap sumber pencemar maka semakin kecil konsentrasi pencemar begitu pula sebaliknya (Masters & Ela, 2008).



Sumber : digilab.unila.ac.id

Gambar 2 3 Estimasi dispersi di atmosfer

Pada gambar 2 3 merupakan model pola penyebaran polutan tiga dimensi secara vertikal dan horizontal, dengan jarak langsung *downwind* (x), jarak dari sumbu *downwind* (y) dan elevasi (z) untuk mengetahui konsentrasi pencemar yang dirasakan oleh reseptor (manusia dan ekosistem) pada permukaan tanah (Masters & Ela, 2008).

Stabilitas atmosfer merupakan salah satu parameter untuk penentuan dispersi, Berikut ini adalah tabel kategori stabilitas atmosfer menurut Pasquill untuk tiap kelas :

Tabel 2 5 Stabilitas Pasquill

Kecepatan Angin Permukaan (m/s) ^a	Siang Hari dengan pancaran sinar matahari			Malam Hari dengan derajat awan ^e	
	Kuat ^b	Sedang ^c	Lemah ^d	Banyak ($\geq 4/8$)	Bersih ($\leq 3/8$)
< 2	A	A - B	B	E	F
2 - 3	A - B	B - C	C	E	F
3 - 5	B	B - C	C	D	E
5 - 6	C	C - D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D

Sumber : Turner, 1970 dalam Masters & Ela, 2008.

Dengan keterangan sebagai berikut :

- Kecepatan angin diukur pada tinggi 10 meter.
- Pada musim panas dengan matahari pada 60° diatas horison.
- Pada musim panas dengan awan sedikit menutup langit, atau hari terang dengan lokasi matahari $35 - 60^\circ$ diatas horison.
- Musim kemarau siang hari, musim panas berawan, atau musim panas cerah dengan lokasi matahari $15 - 35^\circ$ diatas horison.
- Bagian langit tertutup awan (mendung)

Berikut ini adalah tabel keterangan dari tiap kelas stabilitas atmosfer :

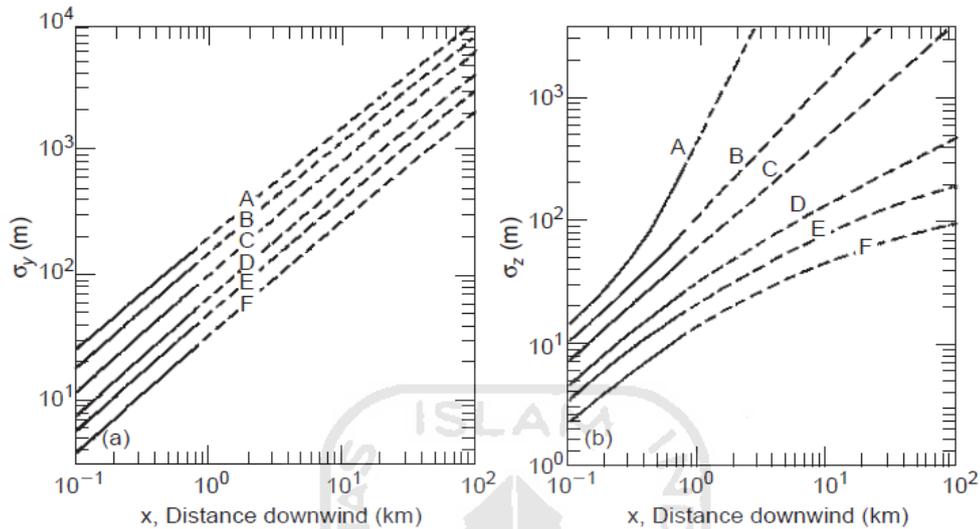
Tabel 2 6 Keterangan Tiap Kelas Stabilitas Atmosfer

Stabilitas	Keterangan
A	Sangat tidak stabil
B	Cukup tidak stabil
C	Sedikit tidak stabil
D	Netral
E	Sedikit stabil
F	Stabil

Sumber : Peterson, 1978 dalam Masters & Ela, 2008.

Dalam menentukan koefisien dispersi Gauss sebagai fungsi dari jarak arah angin secara vertikal dan horizontal menggunakan grafik yang di gunakan oleh Pasquill (1961) dan dimodifikasi oleh Gilford (1961) dan di adopsi oleh Turner (1970). Berikut ini adalah grafik untuk estimasi σ_y

(koefisien horizontal) dan σ_z (koefisien vertikal) tiap kelas stabilitas atmosfer sebagai fungsi dari jarak sumber dengan penerima (Masters & Ela, 2008) :



Sumber : Daniel A Vallero, 2008

Gambar 2 4 Grafik σ_y dan σ_z

Namun terdapat kesulitan dalam pembacaan grafik oleh karena itu untuk memudahkan agar dapat digunakan secara sederhana maka diberikan persamaan matematis yang sesuai dengan grafik, berikut ini adalah persamaan yang digunakan (Martin, 1976 dalam Masters & Ela, 2008) :

$$\sigma_y = a x^{0,894} \dots\dots\dots(2.11)$$

$$\sigma_z = c x^d + f \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana konstanta a c d dan f berbeda-beda untuk tiap kelas stabilitas atmosfer, sesuai dengan jarak *downwind* dinyatakan dengan x dalam kilometer untuk menentukan σ_y dan σ_z dalam meter. Berikut ini adalah tabel nilai konstanta sesuai dengan jarak x (Martin, 1976 dalam Masters & Ela, 2008) :

Tabel 2 7 Konstanta a, c, d dan f Berdasarkan Tiap Kelas Stabilitas Atmosfer

Stabilitas	a	x ≤ 1 km			x ≥ 1 km		
		c	d	f	c	d	f
A	213	440,8	1,941	9,27	459,7	2,094	-9,6
B	156	106,6	1,149	3,3	108,2	1,098	2
C	104	61	0,911	0	61	0,911	0
D	68	33,2	0,725	-1,7	44,5	0,516	-13
E	50,5	22,8	0,678	-1,3	55,4	0,305	-34
F	34	14,35	0,74	-0,35	62,6	0,18	-48,6

Sumber : Martin, 1976 dalam Masters & Ela, 2008.

2.8.2. Box Model

Menurut Canter, 1985 model box menggunakan asumsi bahwa polutan yang diemisikan ke atmosfer adalah tercampur sempurna dalam volume atau Box udara, dimensi waktu dan fisik dalam kondisi steady state, polutan trcampur sempurna dan proses dilusi terjadi secara instan dan material yang diemisikan memiliki kestabilan kimia dan tetap tinggal dalam udara.

Model Box dapat digunakan untuk jenis sumber polutan satu titik, lebih dari satu titik, area, garis, dan hybrid type. Model Box menggunakan persamaan matematik dasar:

$$C_{BM} = \frac{Q_{BM} t_{BM}}{x y z} \dots \dots \dots (2.13)$$

Dimana :

C_{BM} = Konsentrasi rata-rata gas atau partikel <20 mikron yang terdapat dalam box termasuk background level, ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Q_{BM} = Debit rata-rata gas atau partikel < 20 mikron yang dikeluarkan dari sumber, ($\mu\text{g}/\text{detik}$).

t_{BM} = Periode waktu menggunakan asumsi bahwa terjadi pencampuran sempurna dalam box, (detik).

x = Downwind dimension of box ,(m)

y = Crosswind dimension of box, (m)

z = Vertical dimension of box, (m)

2.9. PENELITIAN TERDAHULU

Tabel 2 8 Jurnal Penelitian Terdahulu mengenai SO₂

NO	Judul dan Penyusun	Tujuan	Metode	Hasil
1	<i>Modelling of Pollutants from a Point Source : A Case study from Coke Industry, Dharwad, India</i> (Lokeshwari.N et all, 2013)	Untuk mengetahui distribusi konsentrasi polutan udara, pengaruh kecepatan dan arah angin penyebaran konsentrasi polutan di sekitar industri minuman bersoda	<p>* Metode sampling cerobong yang digunakan yakni Vayubhodha Stack Sampler untuk polutan primer yakni TSP dengan metode gravimetrik, SO_x dan NO_x dianalisis dengan CPCB. Sampel 8 jam dikumpulkan untuk 24 jam dalam 4 hari yang berbeda</p> <p>* Memperdiksikan arah angin menggunakan Wind Rose Plots untuk musim hujan, panas, salju dan plot tahunan.</p> <p>* Pemodelan penyebaran udara menggunakan <i>Gaussian Plume Model</i></p>	<p>* Konsentrasi polutan yang sedikit tinggi untuk musim panas dibandingkan dengan musim hujan dan musim dingin karena efek dari parameter meteorologi seperti kecepatan dan arah angin, curah hujan dan temperatur</p> <p>* Hasil yang diperoleh dari analisis data dan konsentrasi pola dasar berdasarkan berasal dari Gaussian Dispersion Model telah memberikan informasi penting mengenai distribusi polusi udara. Integrasi pola dispersi dan acara meteorologi bahwa wilayah di utara dan Timur bagian dari Cerobong (NRE Coke Industri) adalah daerah tercemar dibandingkan dengan yang lain. Situasi ini terjadi karena kecepatan dan arah angin di daerah, seperti konsentrasi polutan berbanding terbalik dengan kecepatan angin. kecepatan tinggi angin yang dihasilkan konsentrasi polutan lebih rendah di atmosfer dibandingkan dengan kecepatan angin rendah. Dari profil kualitas udara yang dihasilkan oleh Gaussian Plume Dispersion Model, mereka menunjukkan bahwa kecepatan angin adalah faktor yang paling penting yang mempengaruhi konsentrasi polutan. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi polutan antara maksimum dan kecepatan angin minimal sekitar 76-85%.</p>

Tabel 2 8 Jurnal Penelitian Terdahulu mengenai SO₂

NO	Judul dan Penyusun	Tujuan	Metode	Hasil
2	<p><i>Kajian Tingkat Pencemaran Sulfur Dioksida dari Industri di Beberapa Daerah di Indonesia</i> (Waluyo Eko Cahyono, 2011)</p>	<p>Untuk mengetahui dampak negatif yang ditimbulkan oleh keberadaan industri baik pencemaran udara dalam ruangan maupun luar ruangan untuk parameter sulfur dioksida SO₂.</p>	<p>* Berdasarkan hasil perhitungan emisi udara di Jawa Tengah pada 2005 menggunakan sistem IPPS (<i>Industrial Pollution Projection System</i>) mengkombinasikan data dari aktivitas industri dan data emisi untuk menghitung intensitas pencemaran, yaitu emisi per satuan aktivitas industri.</p> <p>* Pengukuran SO₂ pada tahun 2001 - 2003 di lokasi Jakarta dan Kototabang (Sumatera Barat) yang dilakukan dengan menggunakan alat <i>Passive Gas Sampler</i> dengan periode pengamatan mingguan.</p>	<p>* Dari hasil perhitungan emisi udara di Jawa Tengah pada 2005 memperlihatkan emisi SO₂ dari sektor industri sebesar 32% menunjukkan nilai tertinggi dibandingkan dari sektor lainnya.</p> <p>* Dari hasil pemantauan kualitas udara ambien oleh BPLH Kota Bandung kurun waktu 2001-2003 menunjukkan bahwa nilai SO₂ dari sumber industri mempunyai nilai yang tertinggi yaitu sebesar 90,32 µg/m³, disusul transportasi sebesar 43,74 µg/m³ dan dari pemukiman sebesar 37,51 µg/m³.</p> <p>* Konsentrasi SO₂ di Jakarta dan Kotatabang pada kurun waktu 1996 - 2003 memperlihatkan perbedaan yang nyata. Kototabang merupakan kawasan pegunungan yang bersih dari adanya pencemaran udara menunjukkan nilai konsentrasi rendah bila dibandingkan dengan kota Jakarta yang merupakan kota yang penuh dengan pencemaran udara baik dari industri maupun transportasi.</p>

Tabel 2 8 Jurnal Penelitian Terdahulu mengenai SO₂

NO	Judul dan Penyusun	Tujuan	Metode	Hasil
3	<p>Model Sebaran Polutan SO₂ Pada Cerobong Asap PT. Semen Tonasa (Sri Suryani dkk, 2010)</p>	<p>* Memodelkan sebaran polutan SO₂ yang dikeluarkan oleh cerobong</p> <p>* Menentukan konsentrasi polutan SO₂ dari jarak tertentu dengan menggunakan persamaan Gauss</p> <p>* Menentukan tinggi cerobong dan jarak cerobong dari pemukiman penduduk</p>	<p>Metode analisa deskriptif kuantitatif dengan mendesain suatu bentuk pemodelan sebaran polutan SO₂ dengan persamaan kepulan asap Gauss</p>	<p>* Hasil penelitian menunjukkan bahwa kosnetrasi SO₂ pada pabrik unit II/III adalah 0,090 ppm</p> <p>* Berdasarkan surat edaran MENAKER no. 01 tahun 1997 tentang NAB faktor kimia di udara lingkungan kerja dan Keputusan Gubernur Sul-Sel no.14 tahun 2003 konsentrasi SO₂ di dua lokasi tersebut (<i>Quarry</i> dan <i>Crusher</i>) masih berada di bawah nilai ambang batas.</p> <p>* Konsentrasi terbesar gas SO₂ pada pabrik unit IV adalah 0,12 ppm pada jarak 350 - 500 meter dari sumber</p> <p>* Sebaran konsentrasi gas SO₂ pada cerobong dapat dimodelkan pada sumbu (x,y,z) dengan jarak sebaran $0 \leq x \leq 3000$ meter arah horisontal.</p> <p>* Pada areal Quarry dengan ketinggian 50 meter dari sumber pada jarak 0 - 500 meter dengan arah menyamping 250 meter nilai konsentrasinya 0 - 1,9 ppm</p>

Tabel 2 8 Jurnal Penelitian Terdahulu mengenai SO₂

NO	Judul dan Penyusun	Tujuan	Metode	Hasil
4	<p><i>Modeling The Dispersion of SO₂ in Zenica Valley</i> (S.Goletic et.all, 2013)</p>	<p>* Untuk menentukan emisi dari emisi sumber titik menentukan emisi dari sumber titik individu dalam jumlah total emisi sulfur dioksida di daerah Zenica Valley tertentu.</p> <p>* Untuk menganalisis emisi kepulan asap sulfur dioksida SO₂ dari cerobong asap pembangkit listrik</p>	<p>* Pemodelan menggunakan model standar Gaussian untuk dispersi sulfur dioksida dari hasil pengukuran pada titik emisi Tetovo, yang terletak di dekat industri pembangkit listrik.</p> <p>* Pada titik pengukuran ditentukan dilakukan kalibrasi model dan mendefinisikan tingkat partisipasi SO₂ yang dipancarkan dari pembangkit listrik cerobong asap dengan total emisi SO₂ dan polusi udara</p>	<p>* Pembentukan metode otomatis pengumpulan data emisi dan data meteorologi dan melakukan kunjungan evaluasi nilai yang diperoleh untuk periode yang dipilih dari pemantauan kualitas udara berdasarkan analisis dari nilai rata-rata emisi diukur dan data meteorologi, dengan tepat asumsi dan penyederhanaan.</p> <p>* Sistem konsentrasi tingkat dasar menilai polusi udara yang telah dilaksanakan dalam model Screen view mampu mendeteksi waktu ambang batas , berbagai sumber daya yang lebih dari nilai batas emisi, dan menentukan ambang batas diarea yang tidak ada pemantau kualitas udara. Sehingga mampu merepson secara tepat waktu untuk mengambil langkah darurat untuk mengurangi emisi.</p> <p>* Penilaian ambang batas atas dan bawah memungkinkan penggunaan model komputer untuk menentukan kebutuhan untuk instalasi stasiun pengukur tambahan di tempat melebihi nilai emisi. Disajikan sistem penilaian dapat dengan mudah diadaptasi untuk beberapa hari prediksi konsentrasi permukaan tanah polutan di udara atas dasar emisi proyeksi dan prediksi bidang meteorologi menggunakan model meteorologi regional.</p>

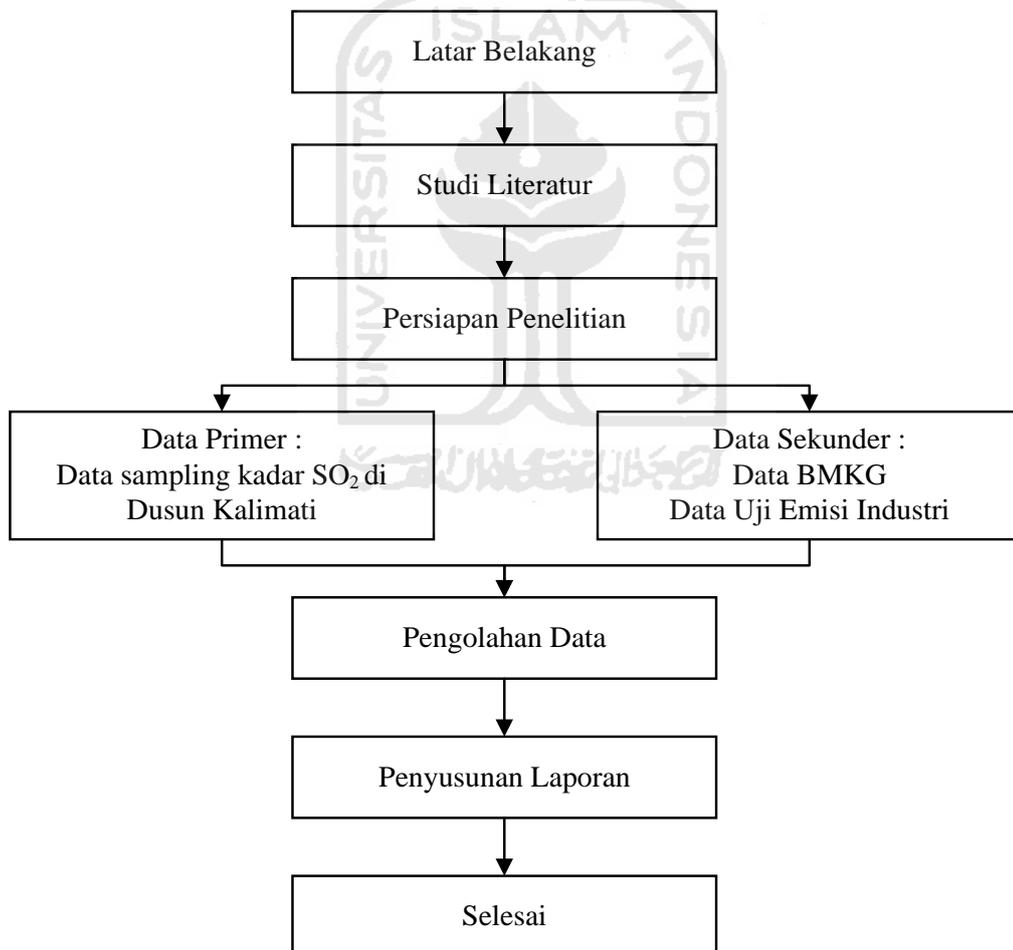
Tabel 2 8 Jurnal Penelitian Terdahulu mengenai SO₂

NO	Judul dan Penyusun	Tujuan	Metode	Hasil
5	<p><i>Analisis Dispersi Polutan Udara Menggunakan Model Dispersi Gauss dan Pemetaan Surfer 10</i> (Aktrista Ayu dkk 2014)</p>	<p>* Untuk mengetahui pola dan model sebaran polutan udara pada wilayah studi</p>	<p>* Pengukuran konsentrasi debu menggunakan Dust Sampler. * Pengukuran konsentrasi NO₂ (metode Griess Saltzman) dan SO₂ (Spektrofotometer dengan metoda pararosanilin) menggunakan Air Sampler Impinger. * Pengukuran konsentrasi CO menggunakan Carbon Monoxide Meter. * Pengukuran udara ambien pada 15 titik sampling di wilayah studi di Bukit Semarang Baru, Kecamatan Mijen, Provinsi Jawa Tengah. * Pemetaan menggunakan <i>software</i> sufer 10 *Model Dispersi Gauss sumber garis dan sumber titik. Sumber garis berasal dari kondisi transportasi, sedangkan sumber titik berasal dari cerobong industri.</p>	<p>*Hasil pengukuran konsentrasi SO₂ tertinggi di Main Gate sebesar 91,424 µg/Nm³, pada hasil perhitungan dispersi (Gauss) sebesar 0,0002 µg/Nm³ (sumber titik) dan 43,0687 µg/Nm³ (sumber garis). * Perhitungan dispersi (Gauss) sumber titik, hasil overlay konsentrasi NO₂, SO₂, CO, dan debu dapat disimpulkan bahwa konsentrasi tertinggi adalah Taman Industri II. Kawasan tersebut merupakan tempat yang paling dekat dengan sumber pencemar yaitu cerobong industri. * Pada perhitungan dispersi (Gauss) sumber garis, hasil overlay konsentrasi NO₂, SO₂, CO, dan debu dapat disimpulkan bahwa konsentrasi tertinggi adalah hampir pada semua titik lokasi sampling.</p>

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. TAHAP PENELITIAN

Tahapan dalam penelitian ini dimulai dari pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer berasal dari data pengujian sampel udara, sedangkan data sekunder didapat dari hasil survei, jurnal, literatur, dan buku yang berhubungan dengan penelitian. Secara umum tahapan penelitian dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 3 1 Skema Penelitian

Skema metodologi penelitian dijelaskan sebagai berikut :

1. Latar Belakang

Menentukan latar belakang penelitian untuk mengetahui kualitas udara ambien di Dusun Kalimati, Tirtomartani, Kalasan, Sleman, D.I Yogyakarta.

2. Studi Literatur

Diperoleh melalui referensi literatur yang berhubungan dengan topik. Mempelajari buku, karangan ilmiah, situs internet, dan peraturan-peraturan yang berhubungan dengan topik.

3. Persiapan Penelitian

Melakukan persiapan untuk proses penelitian seperti alat dan bahan pengambilan sampel uji.

4. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder :

- ✓ Data primer diperoleh dari hasil pengujian SO₂ dari emisi *boiler* di Dusun Kalimati, Tirtomartani, Kalasan, Sleman, D.I Yogyakarta. Pengujian sampel dilakukan di laboratorium kualitas udara JTL UII. Metode pengujian mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 19-7119.7-2005 cara uji kadar sulfur dioksida (SO₂) dengan metoda Pararosanilin menggunakan Spektrofotometer
- ✓ Data sekunder diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) sebagai acuan untuk stabilitas atmosfer dan arah angin. Selain itu data sekunder juga diperoleh dari hasil uji sampling perusahaan terkait emisi cerobong *boiler*.

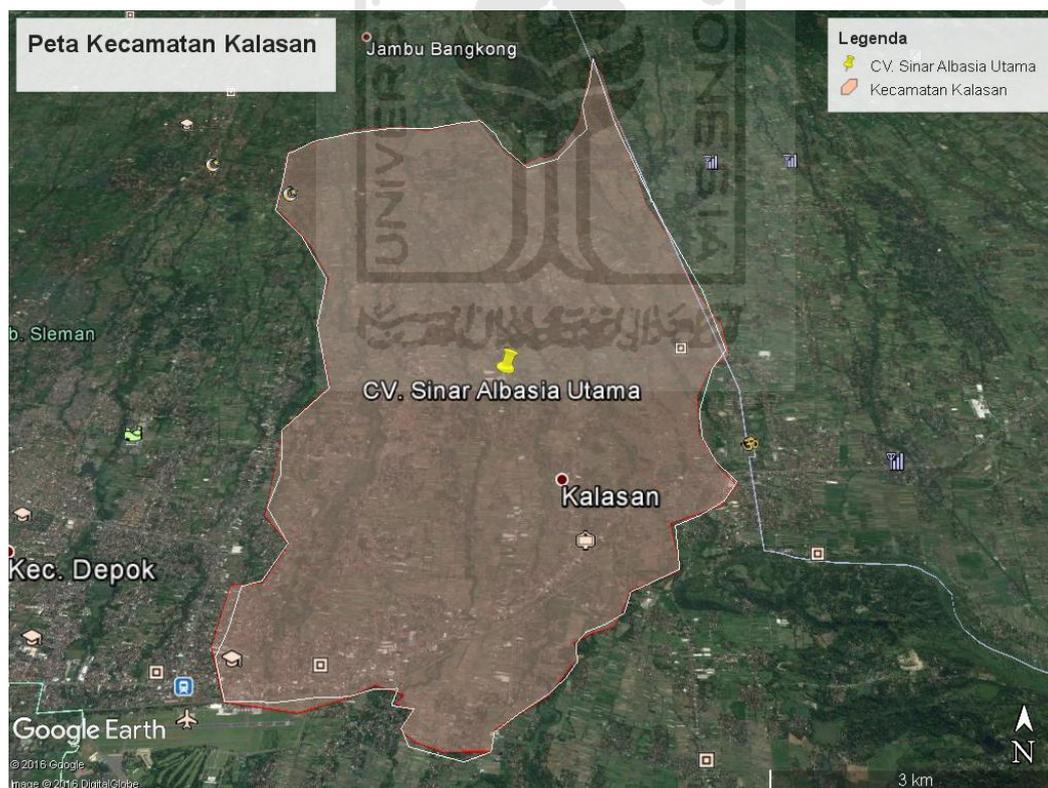
5. Pengolahan Data

Data yang telah diperoleh selanjutnya diolah untuk mendapatkan hasil data yang akurat. Diakukan analisis dan pembahasan terhadap data yang diperoleh. Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengetahui hasil dari pengujian sampel yang dilakukan. Analisis dan pembahasan dilakukan dengan mengacu pada studi literatur yang digunakan.

3.2. LOKASI PENELITIAN

Pengukuran kualitas udara yang dilakukan adalah parameter Sulfur Dioksida (SO_2). Lokasi penelitian ini dilakukan di Dusun Kalimati Desa Tirtomartani Kecamatan Kalasan Kabupaten Sleman karena Industri yang terletak di Dusun Babadan, Purwomartani Kalasan Kabupaten Sleman ini berdekatan dengan Dusun Kalimati. Emisi yang dikeluarkan dari cerobong *boiler* tersebut memiliki potensi besar untuk menghasilkan SO_x , yang mana emisi yang dikeluarkannya dapat membahayakan lingkungan dan manusia sekitar terutama mengenai kesehatan.

Penelitian yang dilakukan menggunakan 2 titik pengamatan, yang mengikuti arah angin dan tidak mengikuti arah angin sehingga mampu dilakukan perbandingan hasil pengamatan melalui 2 titik berbeda tersebut. Berikut ini adalah gambar peta Kecamatan Kalasan dan lokasi 2 titik pemantauan :



Gambar 3 2 Peta Wilayah Kecamatan Kalasan Daerah Istimewa Yogyakarta



Gambar 3 3 Peta Lokasi Titik Pengambilan Contoh Uji di Dusun Kalimati

Lokasi titik 1 dan titik 2 berada pada lokasi yang padat penduduk Pemilihan lokasi pemantauan didasarkan pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 19-7119.6-2005 yaitu dimana titik lokasi tersebut merupakan wilayah padat pemukiman di Dusun Kalimati. Titik 1 berjarak 100 meter arah timur laut dari cerobong industri kayu lapis sedangkan Titik 2 berjarak 250 meter arah utara dari cerobong industri kayu lapis. Cerobong industri kayu lapis terletak pada titik koordinat LS 7°44'26.67" BT 110°27'45.47". Berikut ini titik koordinat lokasi penelitian :

Tabel 3 1 Lokasi Penelitian

Ket.	Wilayah Administrasi	Titik Koordinat
Titik 1	Dusun Kalimati, Desa Tirtomartani, Kec. Kalasan, Kab.Sleman, D.I. Yogyakarta	LS 7°44'25.7028" BT 110°27'50.6016"
Titik 2		LS 7°44'20.598" BT 110°27'47.1456"

3.3. PENENTUAN WAKTU PENELITIAN

Waktu penelitian dilakukan selama bulan Oktober sampai dengan Desember 2016, setiap hari Senin siang dan Kamis pagi yang berlokasi di Dusun Kalimati selama 1 jam pengukuran. Berikut ini adalah tabel penentuan waktu sampling :

Tabel 3 2 Waktu Pengukuran

Hari	Keterangan	Waktu Pengukuran	Lama Pengukuran
Senin	Siang	13.00 – 14.00	1 Jam
Kamis	Pagi	09.00 – 10.00	1 Jam

**Selasa dilakukan apabila hari senin libur*

3.4. METODE PENELITIAN

3.4.1. Pengambilan Sampel Uji

Prinsip pengambilan contoh uji mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 19-7119.6-2005. Dalam penentuan lokasi pengambilan contoh uji, yang perlu diperhatikan adalah bahwa data yang diperoleh harus dapat mewakili daerah yang sedang dipantau, yang telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan.

3.4.2. Persyaratan pemilihan lokasi pengambilan contoh uji

- A. Hindari tempat yang dapat merubah konsentrasi akibat adanya absorpsi, atau adsorpsi (seperti dekat dengan gedung-gedung atau pohon-pohon).
- B. Hindari tempat dimana pengganggu kimia terhadap bahan pencemar yang akan diukur dapat terjadi : emisi dari kendaraan bermotor yang dapat mengotori pada saat mengukur ozon, amoniak dari pabrik refingant yang dapat mengotori pada saat mengukur gas-gas asam.
- C. Hindari tempat dimana pengganggu fisika dapat menghasilkan suatu hasil yang mengganggu pada saat mengukur debu (partikulat matter) tidak boleh dekat dengan insinerator baik domestik maupun komersial, gangguan listrik terhadap peralatan pengambil contoh uji dari jaringan listrik tegangan tinggi.
- D. Letakkan peralatan didaerah dengan gedung/bangunan yang rendah dan saling berjauhan.

- E. Apabila pemantauan bersifat kontinyu, maka pemilihan lokasi harus mempertimbangkan perubahan kondisi peruntukan pada masa datang.

3.4.3. Pengujian Sampel

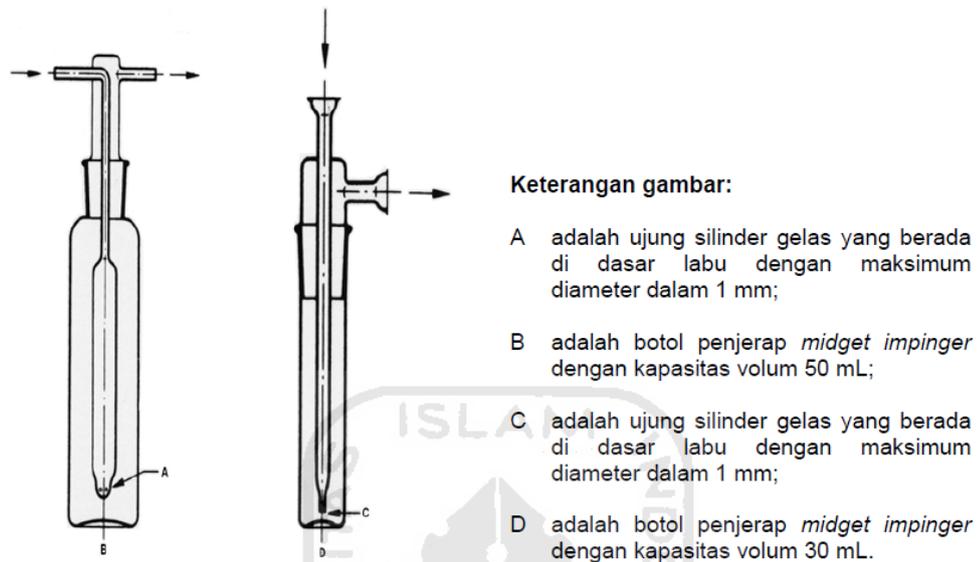
Metode pengujian sampel sulfur dioksida (SO₂) ini mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 19-7119.7-2005 dengan metoda Pararosanilin menggunakan Spektrofotometer.

Prinsip pengujian SO₂ adalah gas sulfur dioksida (SO₂) diserap dalam larutan penjerap tetrakloromercurat membentuk senyawa kompleks diklorosulfonatomercurat. Dengan menambahkan larutan pararosanilin dan formaldehida, kedalam senyawa diklorosulfonatomercurat maka terbentuk senyawa pararosanilin metil sulfonat yang berwarna ungu. Konsentrasi larutan diukur pada panjang gelombang 550 nm.

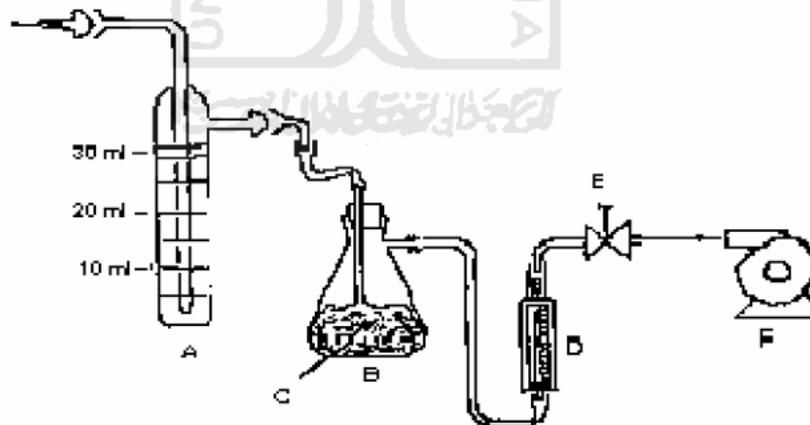
Tabel 3 3 Alat dan Bahan Pengujian

Alat	Bahan
Spektrofotometer UV-Vis dilengkapi kuvet	Larutan penjerap tetrakloromercurat (TCM) 0,04 M
Pengambil contoh uji 1 jam	Larutan asam sulfamat (NH ₂ SO ₃ H) 0,6% b/v
Timbangan analitik dengan ketelitian 0,1 mg	Larutan induk pararosanilin hidroklorida (C ₁₉ H ₁₇ N ₃ .HCl) 0,2%
Pipet volumetrik 10 mL	Larutakn kerja pararosanilin
Gelas ukur 25 mL	Larutan formaldehida (HCHO) 0,2% v/v
Gelas piala 250 mL	Merkuri (III) klorida (HgCl ₂)
Tabung refluks	Kalium Klorida (KCl)
Midget Impinger	EDTA
Labu ukur 500 mL	Pararosanilin hidroklorida
Kaca Arloji	HCl 1 M
Pengaduk	Asam Fosfat 3M
Termometer	
Barometer	
Karet Hisap	
Pipet Ukur 5 mL dan 10 mL	
Pipet Tetes	

Berikut ini adalah gambar rangkaian peralatan yang digunakan dalam pengambilan sampel uji sulfur dioksida (SO_2) dengan metode pararosanilin.



Gambar 3 4 Botol penjerap midget impinger

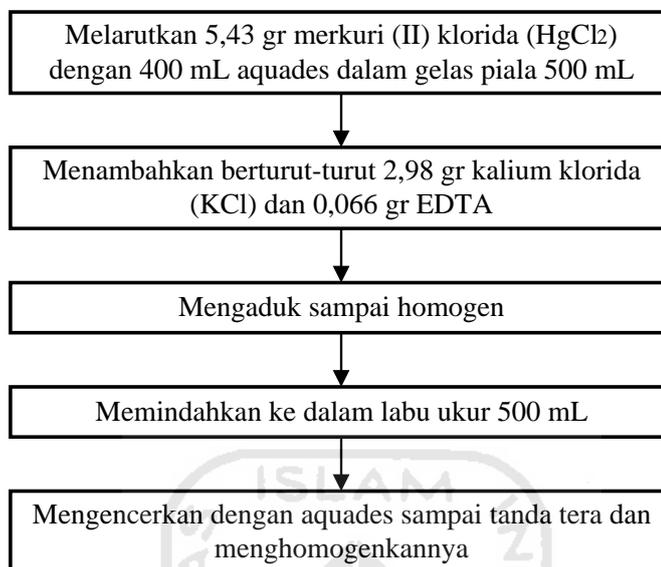


Keterangan gambar:

- | | |
|--|---|
| A adalah botol penjerap volume 30 mL; | D adalah <i>flow meter</i> yang mampu mengukur laju alir 0,2 L/menit; |
| B adalah perangkat uap ; | E adalah kran pengatur; |
| C adalah serat kaca (<i>glass wool</i>); | F adalah pompa. |

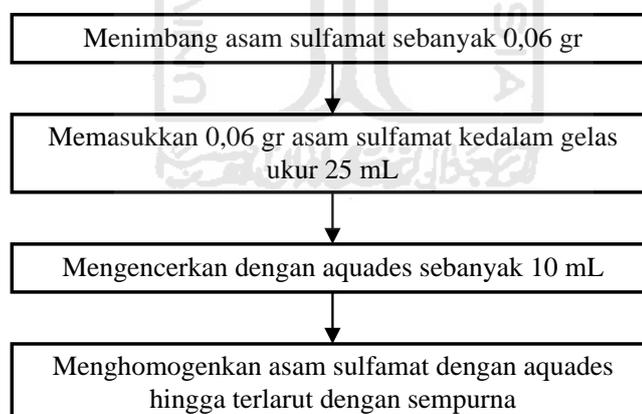
Gambar 3 5 Rangkaian peralatan pengambil contoh uji SO_2 selama 1 jam

➤ **Pembuatan Larutan Penjerap Tetrakloromercurat (TCM) 0,04 M**



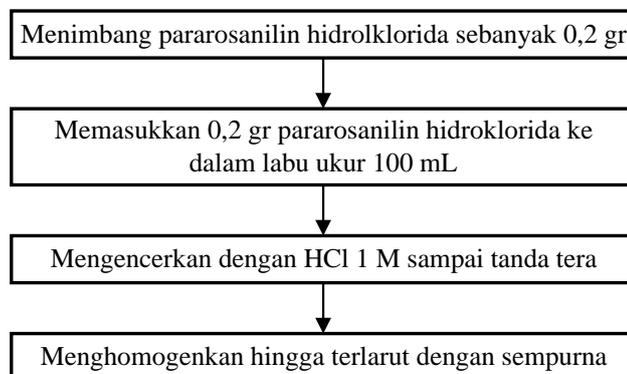
Gambar 3 6. Flowchart Pembuatan Larutan TCM 0,04 M

➤ **Pembuatan Larutan Asam Sulfamat (NH₂SO₃H) 0,6% v/v**



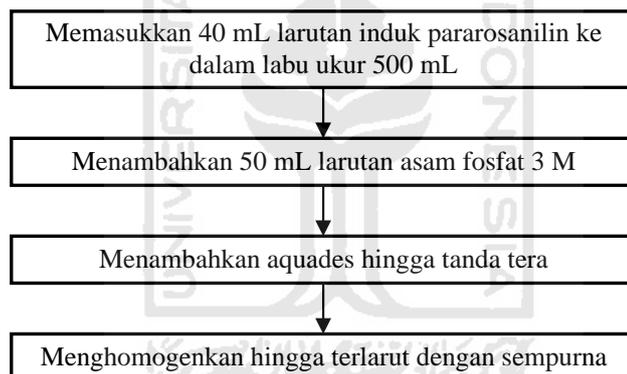
Gambar 3 7 Flowchart Pembuatan Larutan Asam Sulfamat 0,6% v/v

- **Pembuatan Larutan Induk Pararosanilin Hidroklorida ($C_{19}H_{17}N_3.HCl$) 0,2%**



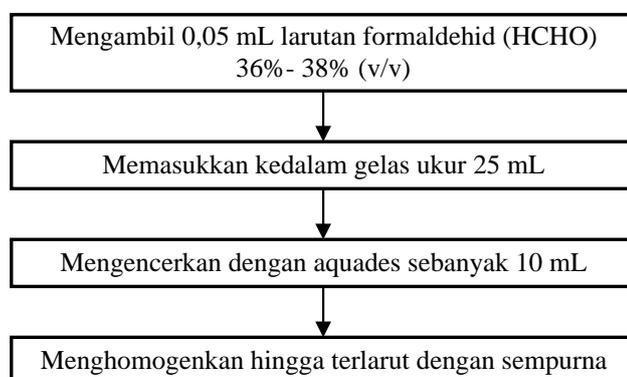
Gambar 3 8 Flowchart Pembuatan Larutan Induk Pararosanilin Hidroklorida 0,2%

- **Pembuatan Larutan Kerja Pararosanilin**



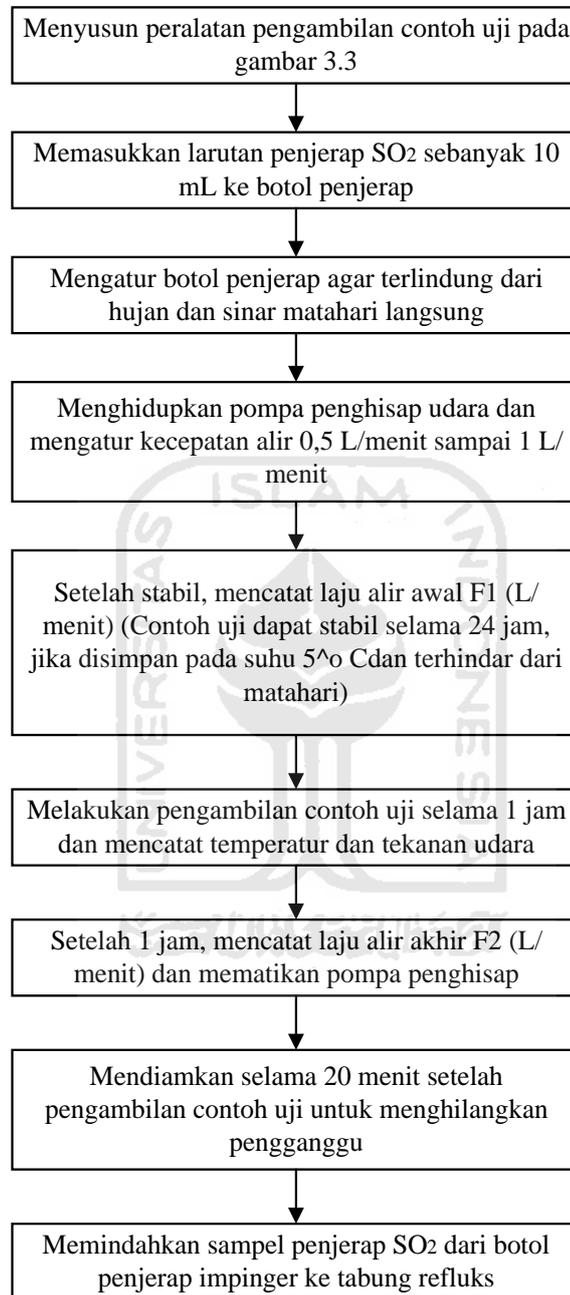
Gambar 3 9 Flowchart Pembuatan Larutan Kerja Pararosanilin

- **Pembuatan Larutan Formaldehid (HCO) 0,2% v/v**



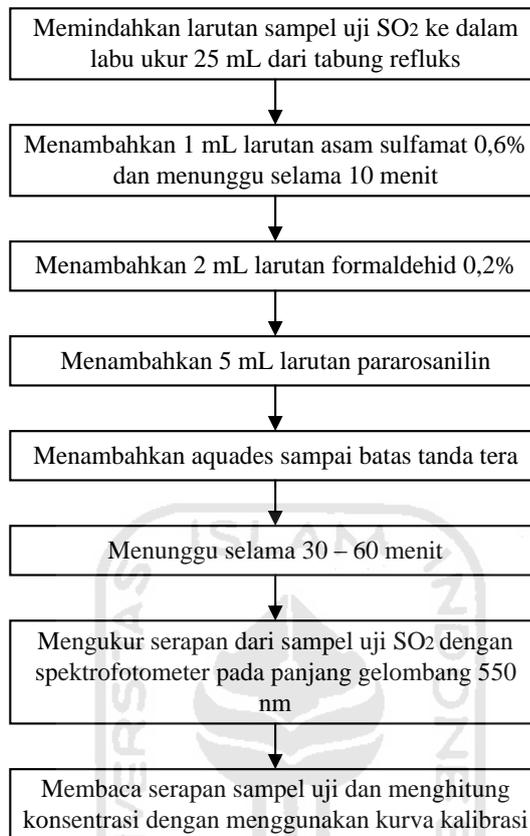
Gambar 3 10 Flowchart Pembuatan Formaldehid 0,2% v/v

➤ **Pengambilan Sampel Pengukuran SO₂ selama 1 jam dengan Metode Pararosanilin**



Gambar 3 11 Flowchart Pengambilan contoh uji selama 1 jam

➤ **Pengujian Sampel SO₂ selama 1 jam dengan Metode Pararosanilin**



Gambar 3 12 Flowchart Pengujian Sampel Uji SO₂

3.2.4. Perhitungan

➤ Volume contoh uji udara yang diambil

Volume contoh uji udara yang diambil dikoreksi pada kondisi normal (25°C, 760 mmHg) dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$V = \frac{F_1 + F_2}{2} \times t \times \frac{P_a}{T_a} \times \frac{298}{760} \dots \dots \dots (3.1)$$

➤ Konsentrasi Sulfur Dioksida (SO₂)

Konsentrasi SO₂ dalam contoh uji untuk pengambilan contoh uji selama 1 jam dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$C = \frac{b}{V} \times 1000 \dots \dots \dots (3.2)$$

➤ Kofisien Korelasi

Sebagai teknik pengukuran hubungan antara hasil konsentrasi SO₂ terhadap suhu dan tekanan udara :

$$rk = \frac{1}{n-1} \sum_i^n = 1 \left(\frac{x_i - \bar{x}}{s_x} \right) \left(\frac{y_i - \bar{y}}{s_y} \right) \dots\dots\dots (3.3)$$

➤ Kontribusi SO₂ dari emisi industri kayu lapis terhadap udara ambien

Kontribusi SO₂ dari emisi industri kayu lapis terhadap udara ambien dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\%Kontribusi = \frac{\text{Konsentrasi Model}}{\text{Konsentrasi Sampling}} \times 100\% \dots\dots\dots (3.4)$$

3.5 PEMODELAN GAUSS DISPERSION

Distribusi konsentrasi yang meruag di titik 1 (100,150,0) dan titik 2 (250,0,0) dari suatu cerobong dengan ukuran diameter partikel kurang dari 20 mikron setinggi H, diberikan persamaan model dispersi Gauss sebagai berikut untuk nilai z = 0 :

$$C(x, y) = \frac{Q}{\pi v H \sigma_y \sigma_z} \exp\left(\frac{-H^2}{2 \sigma_z^2}\right) \exp\left(\frac{-y^2}{2 \sigma_y^2}\right) \dots\dots\dots (3.5)$$

Persamaan dispersi Gauss untuk sumber titik memiliki beberapa asumsi yakni :

- ✓ Laju emisi (Q) dari sumber pencemar adalah konstan.
- ✓ Kecepatan angin konstan terhadap waktu dan dengan elevasi.
- ✓ Polutan adalah konservatif, tidak hilang oleh peluruhan, reaksi kimia, atau berpindah. Ketika polutan membentur permukaan maka tidak ada yang terserap namun semuanya terpantul/terefleksi.
- ✓ Dataran yang relatif datar, tanah terbuka.

Untuk kondisi netral atau tidak stabil (Kelas A – D) dalam mengestimasi tinggi kepulan asap menggunakan persamaan matematis berikut ini :

$$\Delta h = \frac{1,6 F^{\frac{1}{3}} x f^{\frac{2}{3}}}{v h} \dots\dots\dots (3.6)$$

Nilai F dicari menggunakan rumus sebagai berikut :

$$F = gr^2 v_s \left(1 - \frac{T_{am}}{T_s}\right) \dots\dots\dots (3.7)$$

Saat kondisi netral atau tidak stabil, penentuan x_f agak sulit karena keputan asap pada garis tengah berhenti untuk naik sehingga dapat menggunakan persamaan berikut ini :

$$Xf = 120 F^{0,4} \text{ jika } F \geq 55 \frac{m^4}{s^3} \dots\dots\dots (3.8)$$

$$Xf = 50 F^{\frac{5}{8}} \text{ jika } F < 55 \frac{m^4}{s^3} \dots\dots\dots (3.9)$$

Setelah mendapatkan keputan asap maka dapat diketahui tinggi efektif dari cerobong tersebut yakni menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$H = \Delta h + h \dots\dots\dots (3.10)$$

Berikut ini persamaan yang digunakan untuk mengetahui kecepatan angin pada tinggi efektif :

$$\left(\frac{v_H}{v_a}\right) = \left(\frac{H}{z_a}\right)^p \dots\dots\dots (3.11)$$

Berikut ini adalah persamaan yang digunakan untuk nilai dispersi secara horizontal dan vertikal (Martin, 1976 dalam Masters & Ela, 2008) :

$$\sigma_y = a x^{0,894} \dots\dots\dots (3.12)$$

$$\sigma_z = c x^d + f \dots\dots\dots (3.13)$$

Dimana konstanta a c d dan f berbeda-beda untuk tiap kelas stabilitas atmosfer, sesuai dengan jarak *downwind* dinyatakan dengan x dalam kilometer untuk menentukan σ_y dan σ_z dalam meter.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

1.1. KONDISI LINGKUNGAN PEMANTAUAN SAAT PENGUKURAN

Pemantauan yang dilakukan selama bulan Oktober sampai dengan Desember 2016 dilakukan setiap Senin siang (13.00 – 14.00) dan Kamis pagi (09.00 – 10.00) setiap satu minggu. Berikut ini adalah kondisi lingkungan pada saat pemantauan dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 4 1 Keadaan Lokasi Pemantauan di Titik 1



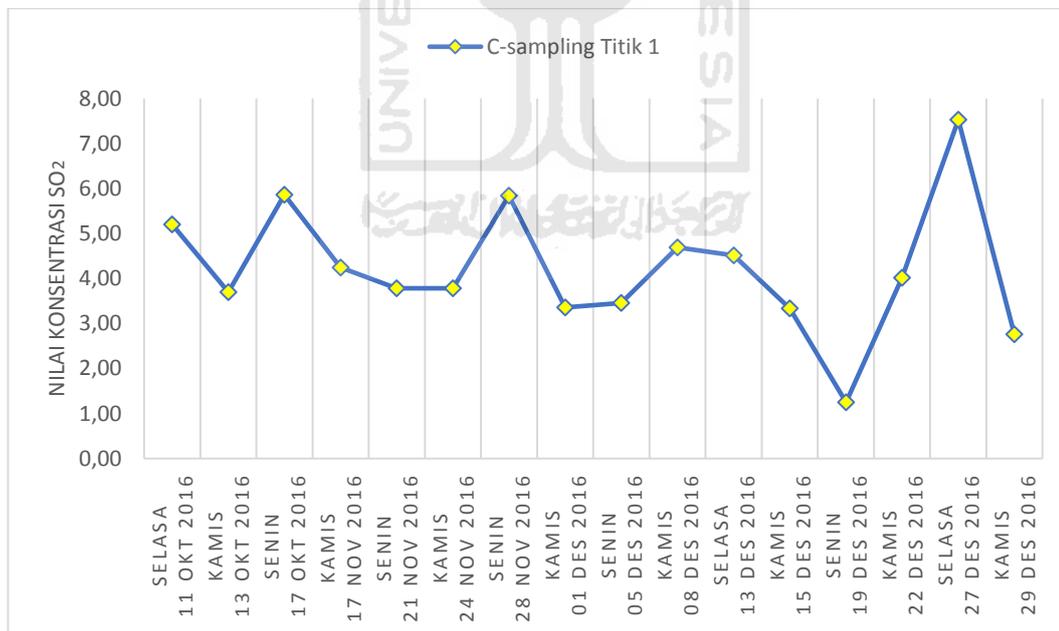
Gambar 4 2 Keadaan Lokasi Pemantauan di Titik 2

1.2. HASIL ANALISIS KONSENTRASI PENGAMATAN LANGSUNG SO₂

Pengambilan sampel uji udara untuk parameter Sulfur Dioksida (SO₂) dilakukan pada 2 titik secara bersamaan dengan lama pengukuran selama 1 jam pada Senin siang dan Kamis pagi selama bulan Oktober sampai dengan Desember 2016. Metode pengujian sampel sulfur dioksida (SO₂) ini mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 19-7119.7-2005 dengan metoda Pararosanilin menggunakan Spektrofotometer. Tahap perhitungan konsentrasi SO₂ di ambien dapat dilihat pada Lampiran 1 sedangkan hasil perhitungan untuk masing-masing titik dapat dilihat pada Lampiran 2 dan Lampiran 3. Berikut ini pembahasan mengenai hasil konsentrasi pemantauan pada masing-masing titik dan perbandingan antara kedua titik :

4.2.1. Konsentrasi Pemantauan Langsung SO₂ di Titik 1

Berikut ini hasil pemantauan langsung, maka didapat hasil konsentrasi emisi Sulfur Dioksida (SO₂) pada lokasi titik 1 dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 4 3 Grafik Hasil Pemantauan Langsung Konsentrasi SO₂ pada Titik 1

Berdasarkan gambar 4 3 didapatkan konsentrasi Sulfur Dioksida (SO₂) di titik 1 tertinggi pada hari Selasa tanggal 27 Desember 2016 pukul 13.00 – 14.00

(siang) yakni sebesar $7,524 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan suhu $34,83^\circ\text{C}$ dan tekanan udara $741,25 \text{ mmHg}$ sedangkan konsentrasi Sulfur Dioksida (SO_2) terendah pada hari Senin tanggal 19 Desember 2016 pukul 13.00 – 14.00 (siang) yakni sebesar $1,249 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan suhu $34,85^\circ\text{C}$ dan tekanan udara $741,02 \text{ mmHg}$. Namun, pengambilan contoh uji tidak dilakukan secara berkala pada bulan Oktober dan November sehingga tidak dapat disajikan karena hasil yang diperoleh tidak dapat mewakili data selama 1 bulan. Hal tersebut dikarenakan kendala teknis yang dialami sehingga rata-rata konsentrasi udara ambien untuk parameter Sulfur Dioksida (SO_2) di titik 1 hanya ada pada bulan Desember.

Selama tiga kali pengambilan contoh uji pada bulan Oktober didapatkan rerata konsentrasi SO_2 titik 1 sebesar $4,919 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan suhu $44,61^\circ\text{C}$ dan tekanan udara $741,20 \text{ mmHg}$. Pada bulan November hanya dilakukan empat kali pengambilan contoh uji pada titik 1 dengan rerata konsentrasi SO_2 sebesar $4,413 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan suhu $44,93^\circ\text{C}$ dan tekanan udara $740,76 \text{ mmHg}$. Untuk bulan Desember rerata konsentrasi Sulfur Dioksida (SO_2) di titik 1 pada siang hari sebesar $4,185 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan suhu $33,88^\circ\text{C}$ dan tekanan udara $740,84 \text{ mmHg}$, rerata konsentrasi Sulfur Dioksida (SO_2) pada pagi hari $3,633 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan suhu $36,40^\circ\text{C}$ dan tekanan udara $740,84 \text{ mmHg}$ sedangkan rerata konsentrasi Sulfur Dioksida (SO_2) selama bulan Desember pada titik 1 yakni sebesar $3,878 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan suhu $35,28^\circ\text{C}$ dan tekanan udara $741,22 \text{ mmHg}$.

Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Giolding, 2012 mengenai pengaruh kelembaban udara, suhu dan kecepatan angin. Apabila kelembaban udara besar, maka konsentrasi NO_2 menjadi rendah. Pada suhu jika suhu tinggi, maka konsentrasi NO_2 menjadi tinggi. Selain itu, pengaruh oleh kecepatan angin kecepatan angin besar, maka konsentrasi NO_2 menjadi rendah. Hal tersebut sama halnya dengan konsentrasi SO_2 yang dipengaruhi oleh suhu, tekanan udara dan kecepatan angin selain itu berdasarkan rumus persamaan yang terdapat dalam SNI 19-7119.7-2005 juga menunjukkan bahwa suhu dan tekanan udara mempengaruhi nilai konsentrasi SO_2 yang terdapat pada udara ambien sehingga grafik akan fluktuatif tiap hari pemantauan karena tergantung pada kondisi lingkungan dan waktu pemantauan.

Pada penelitian ini menggunakan perhitungan koefisien korelasi yang terdapat pada Lampiran 4 yang didapatkan bahwa pada titik 1 terdapat hubungan negatif/berbalik lemah antara tekanan udara dengan konsentrasi SO_2 dimana apabila tekanan udara pada saat pemantauan tinggi maka konsentrasi SO_2 di ambien pada saat pemantauan juga kecil sehingga grafik turun sedangkan apabila tekanan udara pada saat pemantauan kecil maka dan konsentrasi SO_2 di ambien pada saat pemantauan akan besar sehingga grafik akan naik. Pengaruh lainnya yakni suhu terdapat hubungan positif/searah lemah dengan konsentrasi SO_2 dimana apabila suhu tinggi pada saat pemantauan maka konsentrasi SO_2 di ambien pada saat pemantauan besar sehingga grafik naik sedangkan apabila suhu rendah pada saat pemantauan maka konsentrasi SO_2 di ambien pada saat pemantauan akan kecil sehingga grafik akan turun.

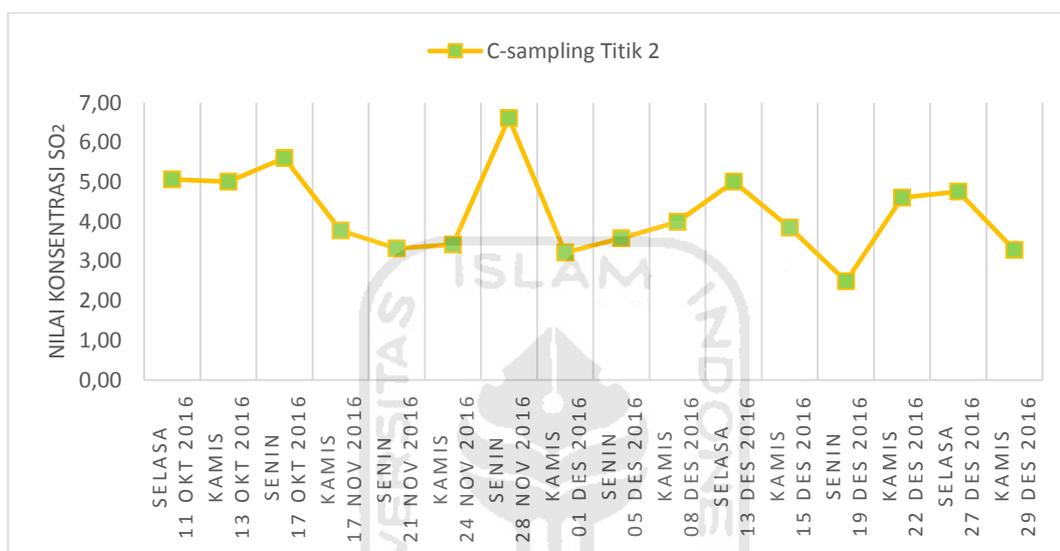
Namun konsentrasi SO_2 di udara ambien pada saat pemantauan bukan hanya dipengaruhi oleh kondisi meteorologi saat pemantauan tetapi juga dipengaruhi kemampuan larutan penjerap dalam menyerap gas SO_2 di udara ambien yang dapat dilihat dari nilai absorbansi/ serapan yang dibaca menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 550 nm karena apabila kemampuan larutan penjerap dalam menyerap SO_2 di udara ambien pada saat pemantauan rendah maka nilai absorbansi dari larutan penjerap akan kecil sehingga konsentrasi SO_2 pada saat pemantauan juga kecil begitupun sebaliknya apabila kemampuan larutan penjerap dalam menyerap SO_2 di udara ambien pada saat pemantauan tinggi maka nilai absorbansi dari larutan penjerap akan besar sehingga konsentrasi SO_2 pada saat pemantauan juga besar.

Selain itu dapat dilihat bahwa konsentrasi Sulfur Dioksida (SO_2) terbesar pada siang hari karena aktivitas yang menghasilkan emisi SO_2 banyak terjadi pada siang hari yakni aktivitas industri dari cerobong *boiler* yang menggunakan bahan bakar kayu serta aktivitas manusia seperti pembakaran sampah dan kendaraan bermotor. Maka berdasarkan hasil pemantauan langsung pada titik 1 tersebut masih dibawah dari batas maksimal baku mutu sesuai dengan Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 153 Tahun 2002 tentang Baku

Mutu Udara Ambien untuk parameter Sulfur Dioksida (SO_2) dengan lama pengukuran selama 1 jam yakni sebesar $900 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$.

4.2.2. Konsentrasi Pemantauan Langsung SO_2 di Titik 2

Berikut ini hasil pemantauan langsung, maka didapat hasil konsentrasi emisi Sulfur Dioksida (SO_2) pada lokasi titik 2 dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 4 4 Grafik Hasil Pemantauan Langsung Konsentrasi SO_2 pada Titik 2

Berdasarkan gambar 4 4 didapatkan konsentrasi Sulfur Dioksida (SO_2) di titik 2 tertinggi pada hari Senin tanggal 28 November 2016 pukul 13.00 – 14.00 (siang) yakni sebesar $6,611 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan suhu $46,82^\circ\text{C}$ dan tekanan udara $739,97 \text{ mmHg}$ sedangkan konsentrasi Sulfur Dioksida (SO_2) terendah pada hari Kamis tanggal 19 Desember 2016 pukul 09.00 – 10.00 (pagi) yakni sebesar $2,492 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan suhu $34,65^\circ\text{C}$ dan tekanan udara $740,03 \text{ mmHg}$. Namun, pengambilan contoh uji tidak dilakukan secara berkala pada bulan Oktober dan November sehingga tidak dapat disajikan karena hasil yang diperoleh tidak dapat mewakili data selama 1 bulan. Hal tersebut dikarenakan kendala teknis yang dialami sehingga rata-rata konsentrasi udara ambien untuk parameter Sulfur Dioksida (SO_2) di titik 2 hanya ada pada bulan Desember.

Selama tiga kali pengambilan contoh uji di titik 2 pada bulan Oktober didapatkan rerata konsentrasi SO_2 sebesar $5,228 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan suhu $44,21^\circ\text{C}$

dan tekanan udara 740,18 mmHg. Pada bulan November di titik 2 hanya dilakukan empat kali pengambilan contoh uji dengan rerata konsentrasi SO₂ sebesar 4,281 µg/Nm³ dengan suhu 40,98°C dan tekanan udara 740,45 mmHg. Pada bulan Desember rerata konsentrasi Sulfur Dioksida (SO₂) di titik 2 pada siang hari sebesar 3,962 µg/Nm³ dengan suhu 36,8°C dan tekanan udara 739,83 mmHg, rerata konsentrasi Sulfur Dioksida (SO₂) pada pagi hari 3,790 µg/Nm³ dengan suhu 37,4 °C dan tekanan udara 740,46 mmHg sedangkan rerata konsentrasi Sulfur Dioksida (SO₂) selama bulan Desember di titik 2 yakni sebesar 3,866 µg/Nm³ dengan suhu 37,13 °C dan tekanan udara 740,18 mmHg.

Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Giolding, 2012 mengenai pengaruh kelembaban udara, suhu dan kecepatan angin. Apabila kelembaban udara besar, maka konsentrasi NO₂ menjadi rendah. Pada suhu jika suhu tinggi, maka konsentrasi NO₂ menjadi tinggi. Selain itu, pengaruh oleh kecepatan angin kecepatan angin besar, maka konsentrasi NO₂ menjadi rendah. Hal tersebut sama halnya dengan konsentrasi SO₂ yang dipengaruhi oleh suhu, tekanan udara dan kecepatan angin selain itu berdasarkan rumus persamaan yang terdapat dalam SNI 19-7119.7-2005 juga menunjukkan bahwa suhu dan tekanan udara mempengaruhi nilai konsentrasi SO₂ yang terdapat pada udara ambien sehingga grafik akan fluktuatif tiap hari pemantauan karena tergantung pada kondisi lingkungan dan waktu pemantauan.

Pada penelitian ini menggunakan perhitungan koefisien korelasi yang terdapat pada Lampiran 4 yang didapatkan bahwa pada titik 2 terdapat hubungan negatif/berbalik lemah antara tekanan udara dengan konsentrasi SO₂ dimana apabila tekanan udara pada saat pemantauan tinggi maka konsentrasi SO₂ di ambien pada saat pemantauan juga kecil sehingga grafik turun sedangkan apabila tekanan udara pada saat pemantauan kecil maka dan konsentrasi SO₂ di ambien pada saat pemantauan akan besar sehingga grafik akan naik. Pengaruh lainnya yakni suhu terdapat hubungan positif/searah kuat dengan konsentrasi SO₂ dimana apabila suhu tinggi pada saat pemantauan maka konsentrasi SO₂ di ambien pada saat pemantauan besar sehingga grafik naik sedangkan apabila suhu rendah pada

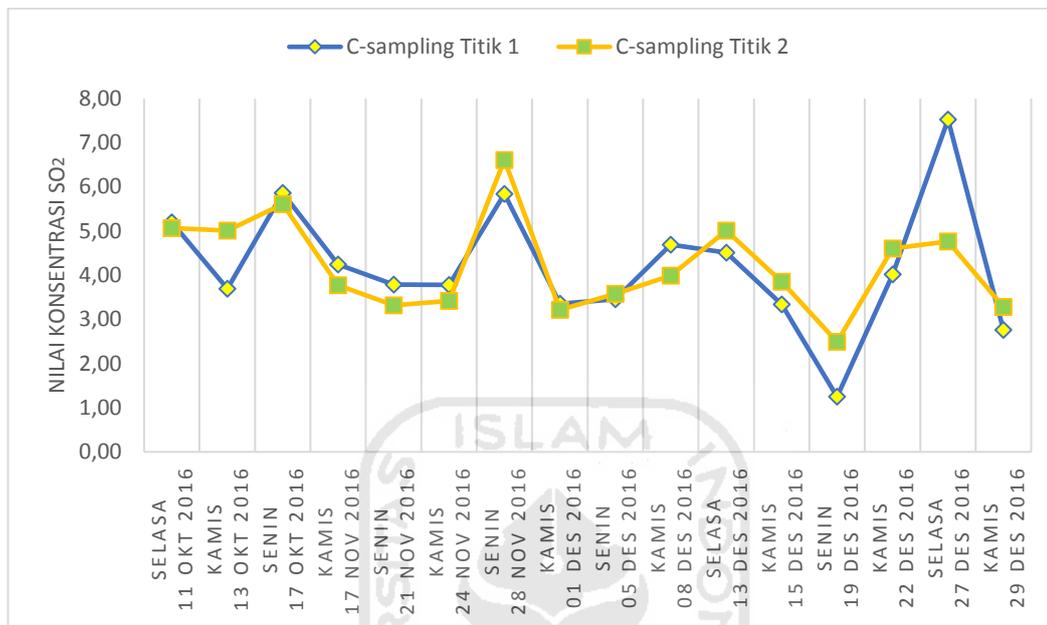
saat pemantauan maka konsentrasi SO₂ di ambien pada saat pemantauan akan kecil sehingga grafik akan turun.

Namun konsentrasi SO₂ di udara ambien pada saat pemantauan bukan hanya dipengaruhi oleh kondisi meteorologi saat pemantauan tetapi juga dipengaruhi kemampuan larutan penjerap dalam menyerap gas SO₂ di udara ambien yang dapat dilihat dari nilai absorbansi/ serapan yang dibaca menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 550 nm karena apabila kemampuan larutan penjerap dalam menyerap SO₂ di udara ambien pada saat pemantauan rendah maka nilai absorbansi dari larutan penjerap akan kecil sehingga konsentrasi SO₂ pada saat pemantauan juga kecil begitupun sebaliknya apabila kemampuan larutan penjerap dalam menyerap SO₂ di udara ambien pada saat pemantauan tinggi maka nilai absorbansi dari larutan penjerap akan besar sehingga konsentrasi SO₂ pada saat pemantauan juga besar.

Selain itu dapat dilihat bahwa konsentrasi Sulfur Dioksida (SO₂) terbesar pada siang hari karena aktivitas yang menghasilkan emisi SO₂ banyak terjadi pada siang hari yakni aktivitas industri dari cerobong *boiler* yang menggunakan bahan bakar kayu serta aktivitas manusia seperti pembakaran sampah dan kendaraan bermotor. Maka berdasarkan hasil pemantauan langsung pada titik 2 tersebut masih dibawah dari batas maksimal baku mutu sesuai dengan Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 153 Tahun 2002 tentang Baku Mutu Udara Ambien untuk parameter Sulfur Dioksida (SO₂) dengan lama pengukuran selama 1 jam yakni sebesar 900 µg/Nm³.

4.2.3. Perbandingan Konsentrasi Hasil Pemantauan SO₂ pada 2 Titik

Berikut ini perbandingan antara titik 1 dan titik 2 dilihat dari grafik dibawah ini.



Gambar 4 5 Grafik Hasil Pemantauan Langsung Konsentrasi SO₂ pada Titik 1 dan Titik 2

Berdasarkan gambar 4 5 didapatkan hasil rerata konsentrasi Sulfur Dioksida (SO₂) selama bulan Desember pada titik 1 yakni sebesar yakni sebesar 3,878 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan suhu 35,28°C dan tekanan udara 741,22 mmHg sedangkan pada titik 2 yakni sebesar 3,866 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan suhu 37,13 °C dan tekanan udara 740,18 mmHg. Selain itu pada bulan November rerata konsentrasi SO₂ pada titik 1 sebesar 4,413 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan suhu 44,93°C dan tekanan udara 740,76 mmHg sedangkan pada titik 2 rerata konsentrasi SO₂ sebesar 4,281 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan suhu 40,98 dan tekanan udara 740,45 mmHg. Sehingga dapat dilihat bahwa konsentrasi Sulfur Dioksida (SO₂) terbesar pada titik 1 karena lokasi titik 1 lebih dekat dengan sumber cerobong daripada titik 2, selain itu lokasi titik 2 lebih banyak pepohonan yang dapat menyerap polutan dibandingkan dengan lokasi titik 1 dan kegiatan manusia seperti pembakaran sampah dan kendaraan bermotor lebih banyak dilakukan pada titik 1 daripada titik 2. Namun pada bulan Oktober rerata konsentrasi SO₂ pada titik 1 sebesar 4,919 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan suhu 44,61°C dan

tekanan udara 741,20 mmHg dan pada titik 2 sebesar 5,228 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan suhu 44,21°C dan tekanan udara 740,18 mmHg, konsentrasi titik 2 lebih besar dibandingkan pada titik 1 hal tersebut diindikasikan terdapat sumber polutan lain yang menyebabkan yakni seperti terdapat kegiatan pembangunan dan kendaraan berat yang melintas sehingga konsentrasi SO_2 besar pada bulan tersebut.

Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Giolding, 2012 mengenai pengaruh kelembaban udara, suhu dan kecepatan angin. Apabila kelembaban udara besar, maka konsentrasi NO_2 menjadi rendah. Pada suhu jika suhu tinggi, maka konsentrasi NO_2 menjadi tinggi. Selain itu, pengaruh oleh kecepatan angin kecepatan angin besar, maka konsentrasi NO_2 menjadi rendah. Hal tersebut sama halnya dengan konsentrasi SO_2 yang dipengaruhi oleh suhu, tekanan udara dan kecepatan angin selain itu berdasarkan rumus persamaan yang terdapat dalam SNI 19-7119.7-2005 juga menunjukkan bahwa suhu dan tekanan udara mempengaruhi nilai konsentrasi SO_2 yang terdapat pada udara ambien sehingga grafik akan fluktuatif tiap hari pemantauan karena tergantung pada kondisi lingkungan dan waktu pemantauan.

Pada penelitian ini menggunakan perhitungan koefisien korelasi yang terdapat pada Lampiran 4 yang didapatkan bahwa pada kedua titik terdapat hubungan negatif/berbalik antara tekanan udara dengan konsentrasi SO_2 dimana apabila tekanan udara pada saat pemantauan tinggi maka konsentrasi SO_2 di ambien pada saat pemantauan juga kecil sehingga grafik turun sedangkan apabila tekanan udara pada saat pemantauan kecil maka dan konsentrasi SO_2 di ambien pada saat pemantauan akan besar sehingga grafik akan naik. Pengaruh lainnya yakni suhu terdapat hubungan positif/searah dengan konsentrasi SO_2 dimana apabila suhu tinggi pada saat pemantauan maka konsentrasi SO_2 di ambien pada saat pemantauan besar sehingga grafik naik sedangkan apabila suhu rendah pada saat pemantauan maka konsentrasi SO_2 di ambien pada saat pemantauan akan kecil sehingga grafik akan turun.

Namun konsentrasi SO_2 di udara ambien pada saat pemantauan bukan hanya dipengaruhi oleh kondisi meteorologi saat pemantauan tetapi juga dipengaruhi kemampuan larutan penjerap dalam menyerap gas SO_2 di udara

ambien yang dapat dilihat dari nilai absorbansi/ serapan yang dibaca menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 550 nm karena apabila kemampuan larutan penjerap dalam menyerap SO_2 di udara ambien pada saat pemantauan rendah maka nilai absorbansi dari larutan penjerap akan kecil sehingga konsentrasi SO_2 pada saat pemantauan juga kecil begitupun sebaliknya apabila kemampuan larutan penjerap dalam menyerap SO_2 di udara ambien pada saat pemantauan tinggi maka nilai absorbansi dari larutan penjerap akan besar sehingga konsentrasi SO_2 pada saat pemantauan juga besar. Selain itu dapat dilihat bahwa konsentrasi Sulfur Dioksida (SO_2) terbesar pada siang hari karena aktivitas yang menghasilkan emisi SO_2 banyak terjadi pada siang hari yakni aktivitas industri dari cerobong *boiler* yang menggunakan bahan bakar kayu serta aktivitas manusia seperti pembakaran sampah dan kendaraan bermotor. Maka berdasarkan hasil pemantauan langsung pada kedua titik yakni titik 1 dan titik 2 tersebut konsentrasi SO_2 masih dibawah dari batas maksimal baku mutu sesuai dengan Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 153 Tahun 2002 tentang Baku Mutu Udara Ambien untuk parameter Sulfur Dioksida (SO_2) dengan lama pengukuran selama 1 jam yakni sebesar $900 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$.

Berdasarkan pada penelitian sebelumnya (Permatasari, Sasongko, & Buchori, 2014) yang dilakukan di daerah Bukit Semarang Baru, Kec. Mijen, provinsi Jawa Tengah dengan 15 titik pengukuran yang berbeda-beda selama 2 minggu berturut-turut didapatkan hasil rerata konsentrasi SO_2 pada pagi hari sebesar $25,482 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan rerata konsentrasi pada siang hari sebesar $24,674 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ sedangkan pada penelitian ini dihasilkan rerata konsentrasi SO_2 selama bulan Desember pada pagi hari sebesar $3,711 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ rerata konsentrasi pada siang hari sebesar $4,073 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Sehingga dapat dilihat bahwa penelitian yang dilakukan di Semarang memiliki konsentrasi SO_2 lebih besar daripada penelitian ini hal tersebut karena intensitas aktivitas yang berbeda dan sumber polutan yang berbeda. Pada lokasi penelitian di Bukit Semarang Baru merupakan lingkungan permukiman skala besar yang di dalamnya dikembangkan fungsi tempat bekerja, tempat berbelanja, pendidikan, dan fungsi rekreasi hal tersebut berbeda dengan

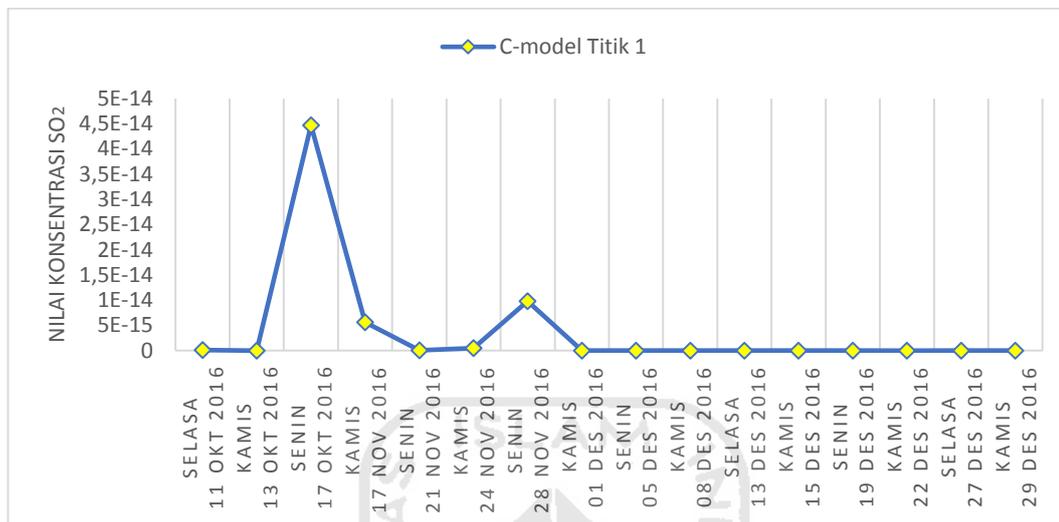
kondisi lingkungan Dusun Kalimati yang masih lingkungan pemukiman sedang yang masih banyak dikelilingi dengan sawah.

1.3. PEMODELAN GAUSS

Penggunaan pemodelan Gauss untuk mengetahui penyebaran suatu polutan dari sumber pencemar. Dalam melakukan pemodelan Gauss diperlukan beberapa data-data yang dibutuhkan untuk melakukan perhitungan dengan menggunakan rumus persamaan model dispersi Gauss. Data yang diperlukan yakni laju emisi, kecepatan angin, data cerobong dan stabilitas atmosfer dan arah angin dominan serta jarak vertikal dan horizontal dari sumber cerobong. Titik lokasi pemodelan konsentrasi Sulfur Dioksida (SO_2) terletak pada sumbu (x,y,z) pada titik 1 terletak pada sumbu $(100,150,0)$ dan titik 2 terletak pada sumbu $(250,0,0)$. Setelah data tersebut terkumpul baru dapat dilakukan pemodelan Gauss untuk sumber titik. Tahap perhitungan pemodelan Gauss dapat dilihat pada Lampiran 7, pemilihan kelas stabilitas atmosfer berdasarkan kecepatan angin dan kondisi cuaca yang dapat dilihat pada Tabel 2.5 sedangkan untuk nilai eksponen untuk perhitungan kecepatan angin efektif dan cerobong dapat dilihat pada Tabel 2.4 sedangkan untuk nilai konstanta a, c, d dan f untuk menghitung arah dispersi horizontal dan arah dispersi vertikal merujuk pada Tabel 2.7 sedangkan untuk hasil perhitungan konsentrasi SO_2 dengan pemodelan dispersi Gauss dapat dilihat pada Lampiran 11 dan Lampiran 12. Berikut ini pembahasan mengenai hasil konsentrasi pemodelan *Gauss Dispersion* pada masing-masing titik dan perbandingan antara kedua titik :

4.3.1. Pemodelan dispersi Gauss pada Titik 1

Berikut ini konsentrasi Sulfur Dioksida (SO₂) menggunakan model persamaan Gauss untuk sumber titik di titik 1:



Gambar 4 6 Grafik Konsentrasi SO₂ Pemodelan Gauss Dispersion pada Titik 1

Berdasarkan gambar 4 6 didapatkan konsentrasi Sulfur Dioksida (SO₂) di titik 2 tertinggi pada hari Senin tanggal 17 Oktober 2016 pukul 13.00 – 14.00 (siang) yakni sebesar $1,503 \times 10^{-14} \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan stabilitas atmosfer kelas A yang sangat tidak stabil, tinggi efektif sebesar 95,81 meter, kecepatan angin pada tinggi efektif sebesar 2,57 m/s dan nilai σ_y dan σ_z berturut-turut sebesar 27,19 meter dan 14,32 meter sedangkan konsentrasi Sulfur Dioksida (SO₂) terendah pada hari Kamis tanggal 08 Desember 2016 pukul 09.00 – 10.00 (pagi) yakni sebesar $3,345 \times 10^{-31} \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan stabilitas atmosfer kelas B yang cukup tidak stabil, tinggi efektif sebesar 106,78 meter, kecepatan angin pada tinggi efektif sebesar 2,24 m/s dan nilai σ_y dan σ_z berturut-turut sebesar 19,91 meter dan 10,86 meter. Namun, karena pengambilan contoh uji tidak dilakukan secara berkala pada bulan Oktober dan November sehingga pemodelan Gauss untuk bulan Oktober dan November tidak dapat disajikan karena hasil yang diperoleh tidak dapat mewakili data selama 1 bulan. Hal tersebut dikarenakan kendala teknis yang dialami sehingga rata-rata pemodelan konsentrasi parameter Sulfur Dioksida (SO₂) di titik 1 hanya ada pada bulan Desember.

Berdasarkan tiga kali pengambilan contoh uji pada bulan Oktober didapatkan rerata pemodelan konsentrasi SO₂ pada titik 1 sebesar $5,036 \times 10^{-15}$ µg/Nm³ tinggi efektif sebesar 105,45 meter dan kecepatan angin pada tinggi efektif sebesar 2,30 m/s. Pada bulan November hanya dilakukan empat kali pengambilan contoh uji dengan rerata pemodelan konsentrasi SO₂ sebesar $7,281 \times 10^{-16}$ µg/Nm³ tinggi efektif sebesar 105,57 meter dan kecepatan angin pada tinggi efektif sebesar 2,28 m/s. Pada bulan Oktober dan November kelas stabilitas atmosfernya yakni kelas A yakni sangat tidak stabil dengan nilai σ_y dan σ_z berturut-turut sebesar 27,19 meter dan 14,32 meter. Untuk bulan Desember rerata konsentrasi pemodelan Sulfur Dioksida (SO₂) pada pagi hari sebesar $1,149 \times 10^{-20}$ µg/Nm³ dengan tinggi efektif sebesar 92,49 meter dan kecepatan angin pada tinggi efektif sebesar 2,83 m/s. Rerata konsentrasi Sulfur Dioksida (SO₂) pada siang hari sebesar $2,940 \times 10^{-22}$ µg/Nm³ dengan tinggi efektif sebesar 82,02 meter dan kecepatan angin pada tinggi efektif sebesar 3,19 m/s. Dalam 1 bulan didapatkan rerata konsentrasi pemodelan Sulfur Dioksida (SO₂) yakni sebesar $6,512 \times 10^{-21}$ µg/Nm³ dengan tinggi efektif sebesar 87,83 meter dan kecepatan angin pada tinggi efektif sebesar 2,99 m/s. Selama bulan Desember kelas stabilitas atmosfernya adalah B yakni cukup tidak stabil sehingga nilai σ_y dan σ_z berturut-turut sebesar 19,91 meter dan 10,86 meter. Stabilitas atmosfer A lebih memiliki pola penyebaran polutan/ konsentrasi SO₂ yang lebih luas karena pergerakan angin yang cepat daripada stabilitas atmosfer B.

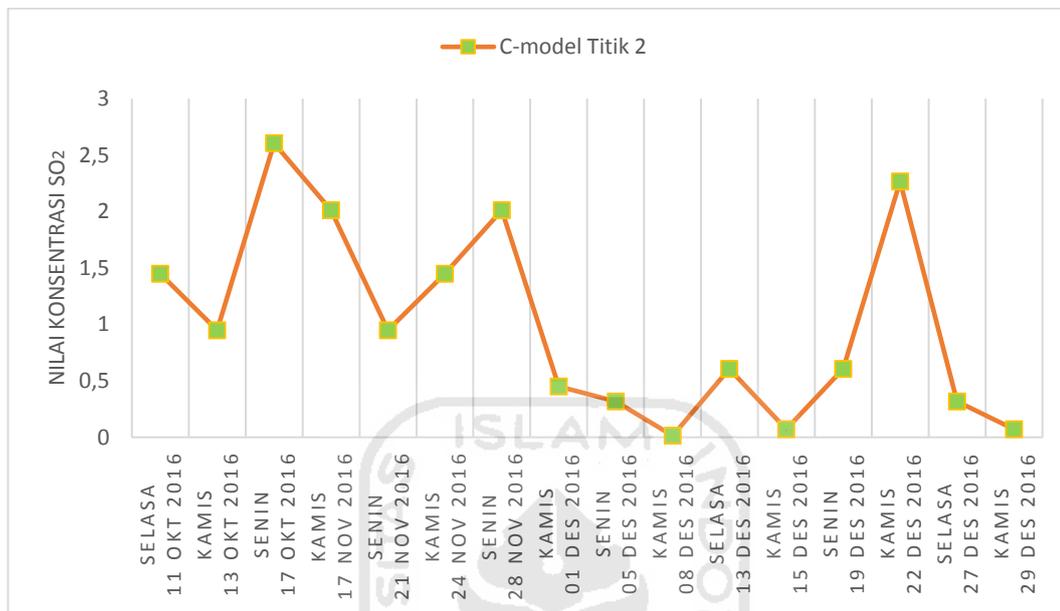
Berdasarkan persamaan model Gauss, grafik konsentrasi SO₂ pemodelan dipengaruhi oleh tinggi efektif dari cerobong, apabila tinggi efektif cerobong industri semakin besar maka konsentrasi pemodelan Gauss SO₂ dari emisi cerobong industri akan semakin kecil sehingga grafik akan turun sebaliknya apabila tinggi efektif dari cerobong semakin kecil maka konsentrasi pemodelan Gauss SO₂ dari emisi cerobong industri akan semakin besar dan grafik akan naik. Selanjutnya hal yang mempengaruhi konsentrasi pemodelan Gauss SO₂ dari emisi cerobong industri adalah kecepatan angin saat tinggi efektif, apabila kecepatan angin pada saat tinggi efektif cerobong industri semakin besar maka konsentrasi pemodelan Gauss SO₂ dari emisi cerobong industri semakin kecil sehingga grafik

akan turun sebaliknya apabila kecepatan angin pada saat tinggi efektif cerobong industri semakin kecil maka konsentrasi pemodelan Gauss SO₂ dari emisi cerobong industri semakin besar sehingga grafik akan naik. Pengaruh yang lainnya adalah kelas stabilitas atmosfer semakin sangat tidak stabil kondisi atmosfer maka arah dispersi vertikal dan horizontal konsentrasi pemodelan Gauss SO₂ dari emisi cerobong industri akan semakin besar sehingga konsentrasi pemodelan Gauss SO₂ dari emisi cerobong industri semakin kecil dan grafik akan turun dan sebaliknya apabila kelas stabilitas atmosfer semakin stabil maka arah dispersi vertikal dan horizontal konsentrasi pemodelan Gauss SO₂ dari emisi cerobong industri akan semakin kecil sehingga konsentrasi pemodelan Gauss SO₂ dari emisi cerobong industri akan semakin besar dan grafik akan naik. Selain itu jarak dari sumber pencemar juga mempengaruhi konsentrasi pemodelan Gauss SO₂ dari emisi cerobong industri apabila jarak semakin dekat maka konsentrasi pemodelan Gauss SO₂ dari emisi cerobong industri semakin besar dan grafik akan naik sebaliknya apabila jarak semakin jauh maka konsentrasi pemodelan Gauss SO₂ dari emisi cerobong industri akan semakin kecil dan grafik akan turun.

Dapat dilihat bahwa konsentrasi Sulfur Dioksida (SO₂) terbesar pada pagi hari karena hasil pemodelan yang didapatkannya murni berasal dari data cerobong tanpa ada total emisi SO₂ dari sumber lainnya seperti aktivitas kendaraan bermotor dan pembakaran sampah pada titik 1 sehingga konsentrasi pemodelan untuk parameter SO₂ pada pagi hari lebih besar dibandingkan pada siang hari. Selain itu karena kecepatan angin dan tinggi efektif pada pagi hari lebih kecil maka konsentrasi pemodelan SO₂ lebih besar dibandingkan pada siang hari yang kecepatan angin dan tinggi efektifnya tinggi yang membuat konsentrasi pemodelan SO₂ lebih kecil. Berdasarkan hasil pemodelan pada titik 1 tersebut masih dibawah dari batas maksimal baku mutu sesuai dengan Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 153 Tahun 2002 tentang Baku Mutu Udara Ambien untuk parameter Sulfur Dioksida (SO₂) dengan lama pengukuran selama 1 jam yakni sebesar 900 µg/Nm³.

4.3.2. Pemodelan dispersi Gauss pada Titik 2

Berikut ini konsentrasi Sulfur Dioksida (SO₂) menggunakan model persamaan Gauss untuk sumber titik di titik 2 :



Gambar 4 7 Grafik Konsentrasi SO₂ Pemodelan Gauss Dispersion pada Titik 2

Berdasarkan gambar 4 7 didapatkan konsentrasi Sulfur Dioksida (SO₂) di titik 2 tertinggi pada hari Senin tanggal 17 Oktober 2016 pukul 13.00 – 14.00 (siang) yakni sebesar 2,605 µg/Nm³ dengan tinggi efektif sebesar 95,81 meter dan kecepatan angin pada tinggi efektif sebesar 2,575 m/s sedangkan konsentrasi Sulfur Dioksida (SO₂) terendah pada hari Kamis tanggal 08 Desember 2016 pukul 09.00 – 10.00 (pagi) yakni sebesar 1,37 x 10⁻² µg/Nm³ dengan tinggi efektif sebesar 106,78 meter dan kecepatan angin pada tinggi efektif sebesar 2,24 m/s. Namun, karena pengambilan contoh uji tidak dilakukan secara berkala pada bulan Oktober dan November sehingga pemodelan Gauss untuk bulan Oktober dan November tidak dapat disajikan karena hasil yang diperoleh tidak dapat mewakili data selama 1 bulan. Hal tersebut dikarenakan kendala teknis yang dialami sehingga rata-rata pemodelan konsentrasi parameter Sulfur Dioksida (SO₂) di titik 1 hanya ada pada bulan Desember.

Berdasarkan tiga kali pengambilan contoh uji pada bulan Oktober didapatkan rerata pemodelan konsentrasi SO_2 sebesar $1,667 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ tinggi efektif sebesar 105,45 meter dan kecepatan angin pada tinggi efektif sebesar 2,30 m/s. Pada bulan November hanya dilakukan empat kali pengambilan contoh uji dengan rerata pemodelan konsentrasi SO_2 sebesar $1,605 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ tinggi efektif sebesar 105,57 meter dan kecepatan angin pada tinggi efektif sebesar 2,28 m/s. Pada bulan Oktober dan November kelas stabilitas atmosfernya yakni kelas A yakni sangat tidak stabil dengan nilai σ_y dan σ_z berturut-turut sebesar 27,19 meter dan 14,32 meter. Pada bulan Desember rerata konsentrasi pemodelan Sulfur Dioksida (SO_2) pada pagi hari sebesar $5,744 \times 10^{-1} \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan tinggi efektif sebesar 88,74 meter dan kecepatan angin pada tinggi efektif sebesar 3,06 m/s. Rerata konsentrasi Sulfur Dioksida (SO_2) pada siang hari sebesar $4,613 \times 10^{-1} \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan tinggi efektif sebesar 81,34 meter dan kecepatan angin pada tinggi efektif sebesar 3,23 m/s. Dalam 1 bulan didapatkan rerata konsentrasi pemodelan Sulfur Dioksida (SO_2) yakni sebesar $5,241 \times 10^{-1} \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan tinggi efektif sebesar 85,45 meter dan kecepatan angin pada tinggi efektif sebesar 3,13 m/s. Selama bulan Desember kelas stabilitas atmosfernya adalah B yakni cukup tidak stabil sehingga nilai dan nilai σ_y dan σ_z berturut-turut sebesar 19,91 meter dan 10,86 meter. Stabilitas atmosfer A lebih memiliki pola penyebaran polutan/ konsentrasi SO_2 yang lebih luas karena pergerakan angin yang cepat daripada stabilitas atmosfer B.

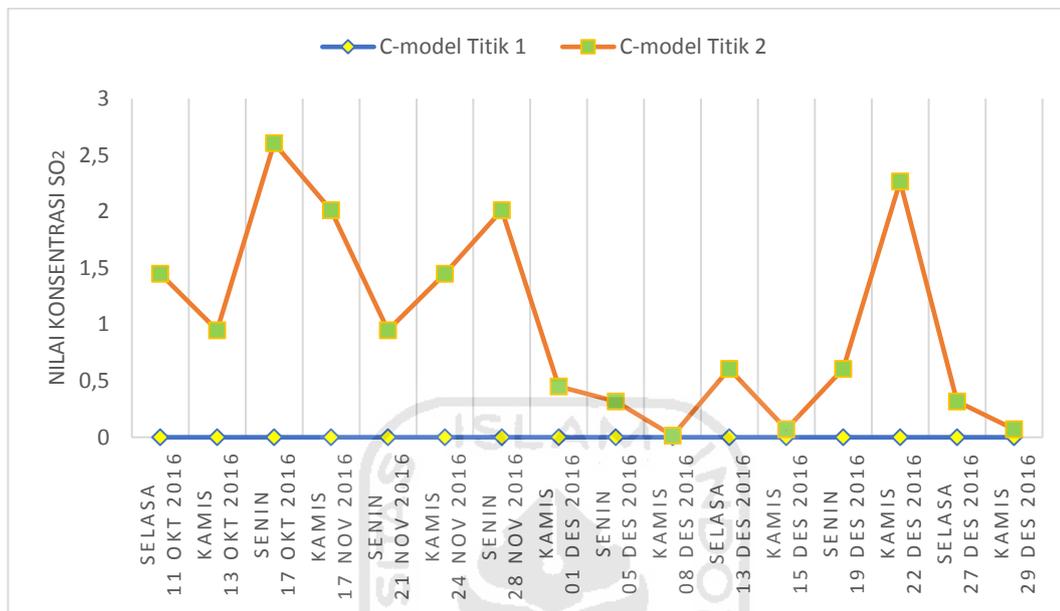
Berdasarkan persamaan model Gauss, grafik konsentrasi SO_2 hasil pemodelan dipengaruhi oleh tinggi efektif dari cerobong, apabila tinggi efektif cerobong industri semakin besar maka konsentrasi pemodelan Gauss SO_2 dari emisi cerobong industri akan semakin kecil sehingga grafik akan turun sebaliknya apabila tinggi efektif dari cerobong semakin kecil maka konsentrasi pemodelan Gauss SO_2 dari emisi cerobong industri akan semakin besar dan grafik akan naik. Selanjutnya hal yang mempengaruhi konsentrasi pemodelan Gauss SO_2 dari emisi cerobong industri adalah kecepatan angin saat tinggi efektif, apabila kecepatan angin pada saat tinggi efektif cerobong industri semakin besar maka konsentrasi pemodelan Gauss SO_2 dari emisi cerobong industri semakin kecil sehingga grafik akan turun sebaliknya apabila kecepatan angin pada saat tinggi efektif cerobong

industri semakin kecil maka konsentrasi pemodelan Gauss SO₂ dari emisi cerobong industri semakin besar sehingga grafik akan naik. Pengaruh yang lainnya adalah kelas stabilitas atmosfer semakin sangat tidak stabil kondisi atmosfer maka arah dispersi vertikal dan horizontal konsentrasi pemodelan Gauss SO₂ dari emisi cerobong industri akan semakin besar sehingga konsentrasi pemodelan Gauss SO₂ dari emisi cerobong industri semakin kecil dan grafik akan turun dan sebaliknya apabila kelas stabilitas atmosfer semakin stabil maka arah dispersi vertikal dan horizontal konsentrasi pemodelan Gauss SO₂ dari emisi cerobong industri akan semakin kecil sehingga konsentrasi pemodelan Gauss SO₂ dari emisi cerobong industri akan semakin besar dan grafik akan naik. Selain itu jarak dari sumber pencemar juga mempengaruhi konsentrasi pemodelan Gauss SO₂ dari emisi cerobong industri apabila jarak semakin dekat maka konsentrasi pemodelan Gauss SO₂ dari emisi cerobong industri semakin besar dan grafik akan naik sebaliknya apabila jarak semakin jauh maka konsentrasi pemodelan Gauss SO₂ dari emisi cerobong industri akan semakin kecil dan grafik akan turun.

Dapat dilihat bahwa konsentrasi Sulfur Dioksida (SO₂) terbesar pada pagi hari karena hasil pemodelan yang didapatkannya murni berasal dari data cerobong tanpa ada total emisi SO₂ dari sumber lainnya seperti aktivitas kendaraan bermotor dan pembakaran sampah pada titik 1 sehingga konsentrasi pemodelan untuk parameter SO₂ pada pagi hari lebih besar dibandingkan pada siang hari. Selain itu karena kecepatan angin dan tinggi efektif pada pagi hari lebih kecil maka konsentrasi pemodelan SO₂ lebih besar dibandingkan pada siang hari yang kecepatan angin dan tinggi efektifnya tinggi yang membuat konsentrasi pemodelan SO₂ lebih kecil. Berdasarkan hasil pemantauan langsung pada titik 2 tersebut masih sangat jauh dari batas maksimal baku mutu sesuai dengan Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 153 Tahun 2002 tentang Baku Mutu Udara Ambien untuk parameter Sulfur Dioksida (SO₂) dengan lama pengukuran selama 1 jam yakni sebesar 900 µg/Nm³.

4.3.3. Perbandingan Pemodelan dispersi Gauss pada 2 Titik

Berikut ini perbandingan konsentrasi Sulfur Dioksida (SO₂) menggunakan model persamaan Gauss untuk sumber titik pada kedua titik lokasi pemantauan :



Gambar 4 8 Grafik Perbandingan Konsentrasi SO₂ Pemodelan Gauss pada Titik 1 dan Titik 2

Berdasarkan gambar 4 8 didapatkan hasil rerata konsentrasi pemodelan parameter Sulfur Dioksida (SO₂) selama Desember pada titik 1 yakni sebesar $6,512 \times 10^{-21} \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan tinggi efektif sebesar 87,83 meter dan kecepatan angin pada tinggi efektif sebesar 2,99 m/s sedangkan pada titik 2 yakni sebesar $5,241 \times 10^{-1} \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan tinggi efektif sebesar 85,45 meter dan kecepatan angin pada tinggi efektif sebesar 3,13 m/s. Selama bulan Desember kelas stabilitas atmosfernya adalah B yakni cukup tidak stabil sehingga nilai σ_y dan σ_z berturut-turut sebesar 19,91 meter dan 10,86 meter. Selain itu pada bulan Oktober didapatkan rerata pemodelan konsentrasi SO₂ di titik 1 sebesar $1,492 \times 10^{-14} \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ tinggi efektif sebesar 105,45 meter dan kecepatan angin pada tinggi efektif sebesar 2,30 m/s dan pada titik 2 sebesar $1,667 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ tinggi efektif sebesar 105,45 meter dan kecepatan angin pada tinggi efektif sebesar 2,30 m/s. Pada bulan November didapatkan rerata pemodelan konsentrasi SO₂ di titik 1 sebesar $3,971 \times 10^{-15} \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ tinggi efektif sebesar 105,57 meter dan kecepatan

angin pada tinggi efektif sebesar 2,28 m/s dan pada titik 2 sebesar 1,605 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ tinggi efektif sebesar 105,57 meter dan kecepatan angin pada tinggi efektif sebesar 2,28 m/s. Pada bulan Oktober dan November kelas stabilitas atmosfernya yakni kelas A yakni sangat tidak stabil dengan nilai σ_y dan σ_z berturut-turut sebesar 27,19 meter dan 14,32 meter.

Berdasarkan persamaan model Gauss, grafik konsentrasi SO_2 hasil pemodelan dipengaruhi oleh tinggi efektif dari cerobong, apabila tinggi efektif cerobong industri semakin besar maka konsentrasi pemodelan Gauss SO_2 dari emisi cerobong industri akan semakin kecil sehingga grafik akan turun sebaliknya apabila tinggi efektif dari cerobong semakin kecil maka konsentrasi pemodelan Gauss SO_2 dari emisi cerobong industri akan semakin besar dan grafik akan naik. Selanjutnya hal yang mempengaruhi konsentrasi pemodelan Gauss SO_2 dari emisi cerobong industri adalah kecepatan angin saat tinggi efektif, apabila kecepatan angin pada saat tinggi efektif cerobong industri semakin besar maka konsentrasi pemodelan Gauss SO_2 dari emisi cerobong industri semakin kecil sehingga grafik akan turun sebaliknya apabila kecepatan angin pada saat tinggi efektif cerobong industri semakin kecil maka konsentrasi pemodelan Gauss SO_2 dari emisi cerobong industri semakin besar sehingga grafik akan naik. Pengaruh yang lainnya adalah kelas stabilitas atmosfer semakin sangat tidak stabil kondisi atmosfer maka arah dispersi vertikal dan horizontal konsentrasi pemodelan Gauss SO_2 dari emisi cerobong industri akan semakin besar sehingga konsentrasi pemodelan Gauss SO_2 dari emisi cerobong industri semakin kecil dan grafik akan turun dan sebaliknya apabila kelas stabilitas atmosfer semakin stabil maka arah dispersi vertikal dan horizontal konsentrasi pemodelan Gauss SO_2 dari emisi cerobong industri akan semakin kecil sehingga konsentrasi pemodelan Gauss SO_2 dari emisi cerobong industri akan semakin besar dan grafik akan naik. Selain itu jarak dari sumber pencemar juga mempengaruhi konsentrasi pemodelan Gauss SO_2 dari emisi cerobong industri apabila jarak semakin dekat maka konsentrasi pemodelan Gauss SO_2 dari emisi cerobong industri semakin besar dan grafik akan naik sebaliknya apabila jarak semakin jauh maka konsentrasi pemodelan Gauss SO_2 dari emisi cerobong industri akan semakin kecil dan grafik akan turun.

Sehingga dapat dilihat bahwa konsentrasi Sulfur Dioksida (SO_2) terbesar pada titik 2 karena arah angin lebih dominan ke titik 2 daripada titik 1 selain itu pada titik 2 dispersi hanya arah vertikal sedangkan pada titik 1 dispersi untuk arah vertikal dan horizontal sehingga konsentrasi SO_2 semakin kecil dibandingkan dengan titik 2. Konsentrasi SO_2 dengan pemodelan Gauss juga dipengaruhi oleh besarnya tinggi efektif dan kecepatan angin, semakin besar kecepatan angin dan tinggi efektif maka semakin kecil konsentrasi SO_2 yang dihasilkan dari pemodelan sedangkan sebaliknya apabila tinggi efektif dan kecepatan angin semakin kecil maka konsentrasi SO_2 yang dihasilkan dari pemodelan semakin besar.

Berdasarkan penelitian sebelumnya (S. Goletic & N. Imamovic, 2013) dilakukan pemodelan Gauss untuk parameter SO_2 dari sumber industri Pembangkit listrik pada jarak 300 meter didapatkan konsentrasi SO_2 sebesar $90 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ sedangkan pada penelitian ini melakukan pemodelan Gauss untuk parameter SO_2 dari sumber industri kayu lapis pada jarak 250 meter didapatkan konsentrasi SO_2 sebesar $0,5241 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, konsentrasi SO_2 pada sumber pembangkit listrik memiliki nilai lebih besar daripada sumber industri kayu lapis ini karena pembangkit listrik menggunakan bahan bakar batubara dan gas yang memiliki tingkat sulfur yang tinggi sedangkan bahan bakar yang digunakan industri yakni kayu yang tidak lolos uji kualitas. Begitupula dengan penelitian (Suryani, Gunawan, & Upe, 2010) dilakukan pemodelan Gauss untuk parameter SO_2 dari sumber industri semen pada jarak 350 – 500 meter dari sumber menghasilkan konsentrasi SO_2 sebesar $314,43 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ yang lebih besar dari pemodelan Gauss untuk parameter SO_2 dari sumber industri kayu lapis karena bahan bakar yang digunakan untuk industri semen yakni batubara yang memiliki kadar sulfur yang relatif tinggi jika digunakan sebagai bahan bakar.

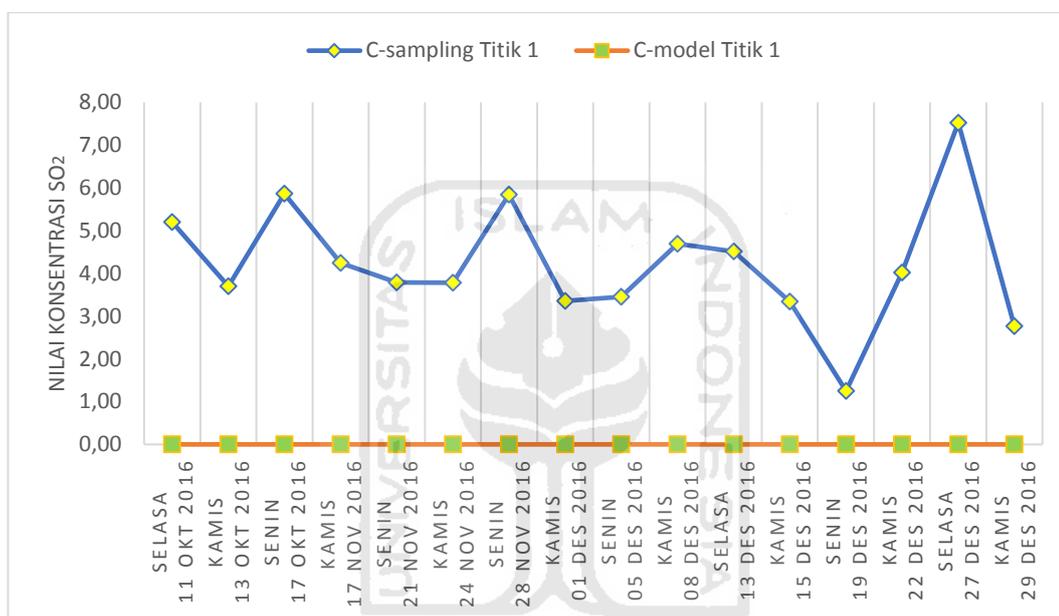
1.4. HASIL ANALISIS ANTARA PENGAMATAN LANGSUNG DAN PEMODELAN

Setelah dilakukan pemantauan langsung dan juga melakukan pemodelan maka didapatkan hasil konsentrasi Sulfur Dioksida (SO_2) antara pemantauan langsung dan pemodelan dispersi Gauss pada masing-masing titik. Perbandingan

konsentrasi SO₂ pemantauan langsung dan pemodelan dispersi Gauss dapat dilihat pada penjelasan berikut ini.

4.4.1. Perbandingan Konsentrasi Pemantauan Langsung dengan Pemodelan dispersi Gauss pada Titik 1

Berikut ini perbandingan konsentrasi Sulfur Dioksida (SO₂) antara hasil pemantauan langsung dengan hasil menggunakan model persamaan Gauss untuk sumber titik pada titik 1 :



Gambar 4 9 Grafik Perbandingan Konsentrasi SO₂ Hasil Pemantauan Langsung dengan Pemodelan Gauss pada Titik 1

Berdasarkan gambar 4 9 selama tiga kali pengambilan contoh uji pada bulan Oktober didapatkan rerata konsentrasi SO₂ sebesar 4,919 µg/Nm³ dengan suhu 44,61°C dan tekanan udara 741,20 mmHg dan pada hasil rerata pemodelan konsentrasi SO₂ pada titik 1 sebesar 5,036 x 10⁻¹⁵ µg/Nm³ tinggi efektif sebesar 105,45 meter dan kecepatan angin pada tinggi efektif sebesar 2,30 m/s. Pada bulan November hanya dilakukan empat kali pengambilan contoh uji dengan rerata konsentrasi SO₂ sebesar 4,413 µg/Nm³ dengan suhu 44,93°C dan tekanan udara 740,76 mmHg dan pada hasil rerata pemodelan konsentrasi SO₂ sebesar 7,281 x 10⁻¹⁶ µg/Nm³ tinggi efektif sebesar 105,57 meter dan kecepatan angin pada tinggi efektif sebesar 2,28 m/s. Pada bulan Desember didapatkan hasil rerata

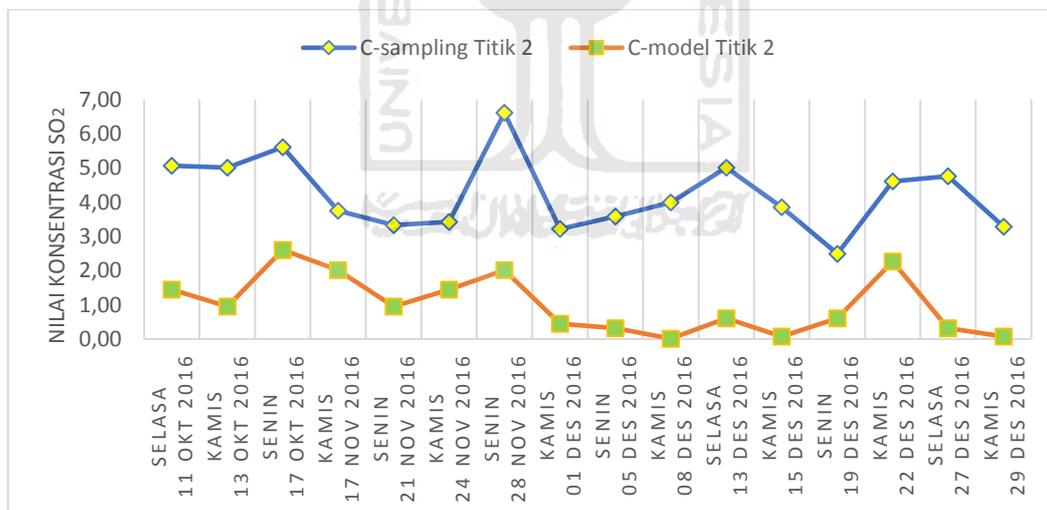
konsentrasi Sulfur Dioksida (SO₂) pada titik 1 yakni sebesar yakni sebesar 3,878 µg/Nm³ dengan suhu 35,28°C dan tekanan udara 741,22 mmHg sedangkan didapatkan hasil rerata konsentrasi pemodelan parameter Sulfur Dioksida (SO₂) selama 1 bulan pada titik 1 yakni sebesar 6,512 x 10⁻²¹ µg/Nm³ dengan tinggi efektif sebesar 87,83 meter dan kecepatan angin pada tinggi efektif sebesar 2,99 m/s. Dapat dilihat bahwa konsentrasi pada pengamatan langsung di titik 1 lebih besar dibandingkan hasil pemodelan konsentrasi SO₂ di titik 1, hal tersebut dikarenakan konsentrasi pengamatan langsung merupakan konsentrasi total SO₂ dari berbagai sumber yang bukan hanya dari emisi cerobong *boiler* melainkan dari aktivitas manusia juga seperti kendaraan bermotor dan pembakaran sampah sedangkan hasil pemodelan Gauss dianggap konsentrasi SO₂ murni dari emisi cerobong *boiler* tanpa ada sumber polutan lainnya dan konsentrasi SO₂ juga dipengaruhi oleh arah angin karena akan mempengaruhi penentuan jarak yang mengikuti arah angin maupun jarak horizontalnya. Pada penelitian ini penentuan lokasi sampling merujuk pada arah angin berdasarkan arah angin dominan bulanan, bukan berdasarkan arah angin harian sedangkan arah angin pada tiap hari cenderung mengalami perubahan atau tidak tetap, namun dalam pemodelan dispersi Gauss ini arah angin dianggap tetap atau tidak berubah.

Berdasarkan pada penelitian sebelumnya (Permatasari, Sasongko, & Buchori, 2014) yang dilakukan di daerah Bukit Semarang Baru, Kec. Mijen, provinsi Jawa Tengah dengan 15 titik pengukuran yang berbeda-beda selama 2 minggu berturut-turut didapatkan hasil rerata konsentrasi SO₂ pada pagi hari sebesar 25,482 µg/Nm³ dan rerata konsentrasi pada siang hari sebesar 24,674 µg/Nm³ sedangkan hasil rerata konsentrasi SO₂ dengan pemodelan Gauss pada pagi hari sebesar 2,478 µg/Nm³ dan hasil rerata konsentrasi SO₂ dengan pemodelan Gauss pada siang hari sebesar 2,988 µg/Nm³. Perbandingan antara hasil pemodelan dengan pengambilan contoh uji menunjukkan konsentrasi SO₂ hasil pengujian lebih besar dibandingkan pemodelan sehingga hal tersebut sama dengan hasil penelitian ini yaitu konsentrasi pengujian lebih besar dari pada pemodelan karena disebabkan oleh sumber polutan lainnya dan kondisi lingkungan lokasi pemukiman.

Pada penelitian yang dilakukan (S. Goletic & N. Imamovic, 2013) dilakukan pemodelan Gauss untuk parameter SO₂ dari sumber industri Pembangkit listrik pada jarak 300 meter didapatkan konsentrasi SO₂ pada tahun 2010 sebesar 94,67 µg/Nm³ sedangkan pada hasil pengukuran langsung setiap tahun konsentrasi SO₂ pada tahun 2010 didapatkan konsentrasi sebesar 117,4 µg/Nm³ maka sama seperti penelitian sebelumnya dan penelitian ini bahwa konsentrasi SO₂ pengamatan langsung lebih besar daripada konsentrasi pemodelan Gauss SO₂ karena perbedaan aktivitas lokasi pemantauan, sumber polutan dan kondisi lingkungan yang berbeda.

4.4.2. Perbandingan Konsentrasi Pemantauan Langsung dengan Pemodelan dispersi Gauss pada Titik 2

Berikut ini perbandingan konsentrasi Sulfur Dioksida (SO₂) antara hasil pemantauan langsung dengan hasil menggunakan model persamaan Gauss untuk sumber titik pada titik 2 :



Gambar 4 10 Grafik Perbandingan Konsentrasi SO₂ Hasil Pemantauan Langsung dengan Pemodelan Gauss pada Titik 2

Berdasarkan gambar 4 10 didapatkan hasil rerata konsentrasi Sulfur Dioksida (SO₂) selama bulan Oktober rerata konsentrasi SO₂ dari hasil pengujian pada titik 2 yakni sebesar 5,228 µg/Nm³ dengan suhu 44,21°C dan tekanan udara 740,18 mmHg sedangkan rerata konsentrasi pemodelan SO₂ pada titik 2 yakni

sebesar $1,667 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ tinggi efektif sebesar 105,45 meter dan kecepatan angin pada tinggi efektif sebesar 2,30 m/s. Pada bulan November rerata konsentrasi SO_2 dari hasil pengujian pada titik 2 yakni sebesar sebesar $4,281 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan suhu $40,98$ dan tekanan udara $740,45 \text{ mmHg}$ sedangkan rerata konsentrasi pemodelan SO_2 pada titik 2 yakni sebesar $1,605 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ tinggi efektif sebesar 105,57 meter dan kecepatan angin pada tinggi efektif sebesar 2,28 m/s. Pada bulan Desember rerata konsentrasi SO_2 dari hasil pengujian pada titik 2 yakni sebesar $3,866 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan suhu $37,13 \text{ }^\circ\text{C}$ dan tekanan udara $740,18 \text{ mmHg}$ sedangkan didapatkan hasil rerata konsentrasi pemodelan SO_2 pada titik 2 yakni sebesar $5,241 \times 10^{-1} \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan tinggi efektif sebesar 85,45 meter dan kecepatan angin pada tinggi efektif sebesar 3,13 m/s. Dapat dilihat bahwa konsentrasi pada pengamatan langsung di titik 2 lebih besar dibandingkan hasil pemodelan konsentrasi SO_2 di titik 2, hal tersebut dikarenakan konsentrasi pengamatan langsung merupakan konsentrasi total SO_2 dari berbagai sumber yang bukan hanya dari emisi cerobong *boiler* melainkan dari aktivitas manusia juga seperti kendaraan bermotor dan pembakaran sampah sedangkan hasil pemodelan Gauss dianggap konsentrasi SO_2 murni dari emisi cerobong *boiler* tanpa ada sumber polutan lainnya dan konsentrasi SO_2 juga dipengaruhi oleh arah angin karena akan mempengaruhi penentuan jarak yang mengikuti arah angin maupun jarak horizontalnya. Pada penelitian ini penentuan lokasi sampling merujuk pada arah angin berdasarkan arah angin dominan bulanan, bukan berdasarkan arah angin harian sedangkan arah angin pada tiap hari cenderung mengalami perubahan atau tidak tetap, namun dalam pemodelan dispersi Gauss ini arah angin dianggap tetap atau tidak berubah.

Berdasarkan pada penelitian sebelumnya (Permatasari, Sasongko, & Buchori, 2014) yang dilakukan di daerah Bukit Semarang Baru, Kec. Mijen, provinsi Jawa Tengah dengan 15 titik pengukuran yang berbeda-beda selama 2 minggu berturut-turut didapatkan hasil rerata konsentrasi SO_2 pada pagi hari sebesar $25,482 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan rerata konsentrasi pada siang hari sebesar $24,674 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ sedangkan hasil rerata konsentrasi SO_2 dengan pemodelan Gauss pada pagi hari sebesar $2,478 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan hasil rerata konsentrasi SO_2 dengan

pemodelan Gauss pada siang hari sebesar $2,988 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Perbandingan antara hasil pemodelan dengan pengambilan contoh uji menunjukkan konsentrasi SO_2 hasil pengujian lebih besar dibandingkan pemodelan sehingga hal tersebut sama dengan hasil penelitian ini yaitu konsentrasi pengujian lebih besar dari pada pemodelan karena disebabkan oleh sumber polutan lainnya dan kondisi lingkungan lokasi pemukiman.

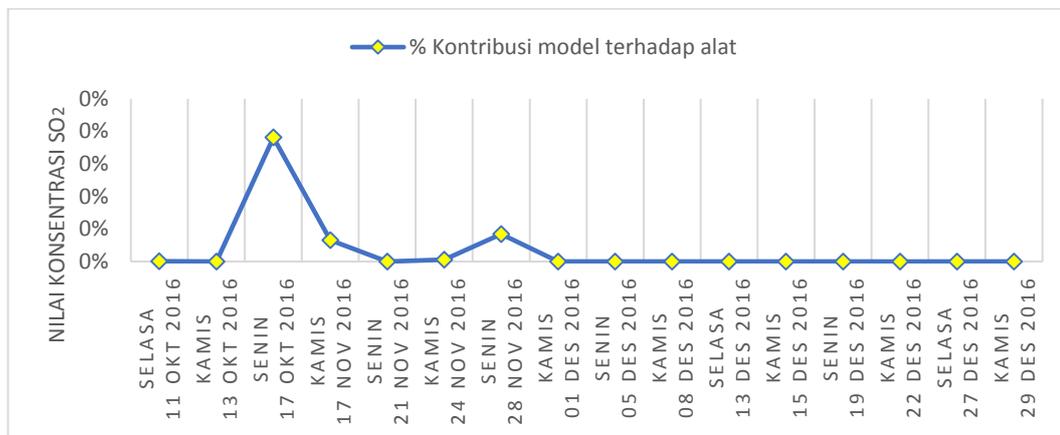
Pada penelitian yang dilakukan (S. Goletic & N. Imamovic, 2013) dilakukan pemodelan Gauss untuk parameter SO_2 dari sumber industri Pembangkit listrik pada jarak 300 meter didapatkan konsentrasi SO_2 pada tahun 2010 sebesar $94,67 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ sedangkan pada hasil pengukuran langsung setiap tahun konsentrasi SO_2 pada tahun 2010 didapatkan konsentrasi sebesar $117,4 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ maka sama seperti penelitian sebelumnya dan penelitian ini bahwa konsentrasi SO_2 pengamatan langsung lebih besar daripada konsentrasi pemodelan Gauss SO_2 karena perbedaan aktivitas lokasi pemantauan, sumber polutan dan kondisi lingkungan yang berbeda.

1.5. NILAI KONTRIBUSI SO_2

Perhitungan nilai kontribusi SO_2 bertujuan untuk mengetahui persentase kadar SO_2 dari lingkungan sekitar yang diserap oleh larutan penjerap dalam alat *impinger*. Langkah mengetahui nilai kontribusi SO_2 dapat dilihat pada Lampiran 13 dan hasil perhitungan nilai kontribusi SO_2 pada masing-masing titik dapat dilihat pada Lampiran 14 dan Lampiran 15 Berikut ini adalah nilai kontribusi dari masing-masing titik :

4.5.1. Nilai Kontribusi SO_2 dari Emisi Industri pada titik 1

Berikut ini adalah gambar yang menunjukkan grafik nilai kontribusi SO_2 dari emisi yang dikeluarkan oleh industri :



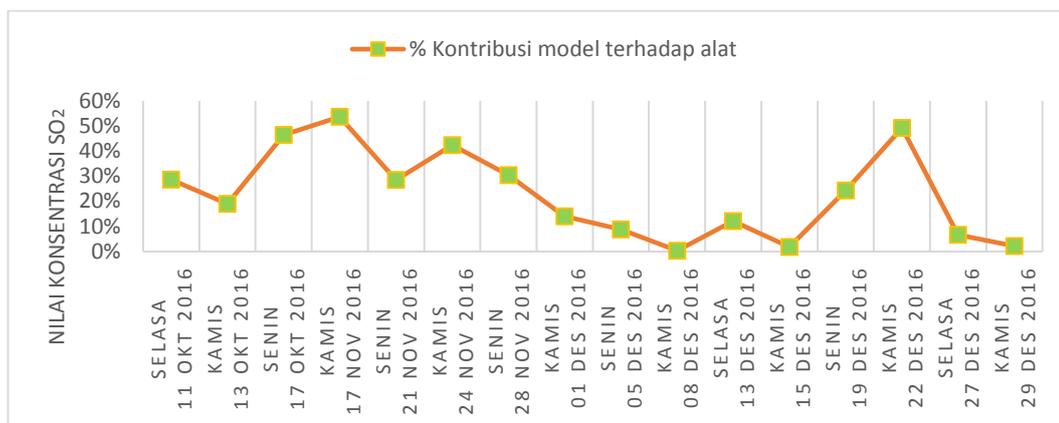
Gambar 4 11 Grafik Nilai Kontribusi SO₂ dari Emisi Industri pada Titik 1

Pada gambar 4 11 menunjukkan bahwa kontribusi emisi cerobong industri pada titik 1 sangat kecil yakni 0% hal tersebut dikarenakan data yang didapatkan untuk konsentrasi emisi dari perusahaan tersebut merupakan hasil pengujian pada tahun 2013 sehingga data pemodelan menjadi kurang akurat. Pengujian yang dilakukan oleh perusahaan tidak rutin dilakukan setiap 6 bulan sekali melainkan dilakukan setiap 3 tahun sekali dan diketahui bahwa faktanya terjadi peningkatan produksi tiap tahun yang menunjukkan peningkatan penggunaan *boiler* sehingga dipastikan adanya peningkatan emisi yang dihasilkan dari peningkatan produksi tersebut.

Berdasarkan penelitian sebelumnya (Cahyono, 2011) dalam penelitian mengenai Kajian Tingkat Pencemaran Sulfur Dioksida dari Industri di Beberapa Daerah di Indonesia didapatkan hasil perhitungan emisi udara di Jawa Tengah pada tahun 2005 memperlihatkan bahwa kontribusi emisi SO₂ dari sektor industri sekitar 32% yang merupakan kontribusi emisi tertinggi daripada sektor lainnya oleh karena itu pada penelitian ini apabila nilai kontribusi emisi SO₂ dari sektor industri kayu lapis ini tinggi karena sektor industri merupakan salah satu penyumbang emisi SO₂ yang tinggi.

4.5.2. Nilai Kontribusi SO₂ dari Emisi Industri pada Titik 2

Berikut ini adalah gambar yang menunjukkan grafik nilai kontribusi SO₂ dari emisi yang dikeluarkan oleh industri :



Gambar 4 12 Grafik Nilai Kontribusi SO₂ dari Emisi Industri pada Titik 2

Pada gambar 4 12 menunjukkan bahwa kontribusi emisi cerobong industri pada titik 2 sedang yakni dengan rerata nilai kontribusi SO₂ sekitar 23%, dengan mengabaikan media penyerap di sekitar lokasi pemantauan tersebut. Namun dikarenakan data yang didapatkan untuk konsentrasi emisi dari perusahaan tersebut merupakan hasil pengujian pada tahun 2013 sehingga data pemodelan menjadi kurang akurat. Pengujian yang dilakukan oleh perusahaan tidak rutin dilakukan setiap 6 bulan sekali melainkan dilakukan setiap 3 tahun sekali dan diketahui bahwa faktanya terjadi peningkatan produksi tiap tahun yang menunjukkan peningkatan penggunaan *boiler* sehingga dipastikan adanya peningkatan emisi yang dihasilkan dari peningkatan produksi tersebut.

Berdasarkan penelitian sebelumnya (Cahyono, 2011) dalam penelitian mengenai Kajian Tingkat Pencemaran Sulfur Dioksida dari Industri di Beberapa Daerah di Indonesia didapatkan hasil perhitungan emisi udara di Jawa Tengah pada tahun 2005 memperlihatkan bahwa kontribusi emisi SO₂ dari sektor industri sekitar 32% yang merupakan kontribusi emisi tertinggi daripada sektor lainnya oleh karena itu pada penelitian ini apabila nilai kontribusi emisi SO₂ dari sektor industri kayu lapis ini tinggi karena sektor industri merupakan salah satu penyumbang emisi SO₂ yang tinggi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

1.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Konsentrasi udara ambien sekitar Dusun Kalimati Desa Tirtomartani Kec.Kalasan Kab.Sleman D.I.Yogyakarta untuk parameter Sulfur Dioksida (SO_2) pada bulan Oktober di rerata konsentrasi SO_2 titik 1 yang berjarak 100 meter arah timur laut dari cerobong industri kayu lapis yakni sebesar $4,919 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan suhu $44,61^\circ\text{C}$ dan tekanan udara $741,20 \text{ mmHg}$ sedangkan pada titik 2 sebesar $5,228 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan suhu $44,21^\circ\text{C}$ dan tekanan udara $740,18 \text{ mmHg}$. Pada bulan November rerata konsentrasi SO_2 di titik 1 yakni sebesar $4,413 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan suhu $44,93^\circ\text{C}$ dan tekanan udara $740,76 \text{ mmHg}$ sedangkan pada titik 2 rerata konsentrasi SO_2 sebesar $4,281 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan suhu $40,98^\circ\text{C}$ dan tekanan udara $740,45 \text{ mmHg}$. Pada bulan Desember rerata konsentrasi SO_2 di titik 1 yakni sebesar $3,878 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan suhu $35,28^\circ\text{C}$ dan tekanan udara $741,22 \text{ mmHg}$ sedangkan titik 2 berjarak 250 meter arah utara dari cerobong industri kayu lapis yang berjarak 100 meter dari sumber yakni sebesar $3,866 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan suhu $37,13^\circ\text{C}$ dan tekanan udara $740,18 \text{ mmHg}$, sehingga dari hasil ketiga bulan tersebut rerata konsentrasi SO_2 pada lokasi tersebut belum melebihi baku mutu udara ambien sesuai dengan Keputusan Gubernur Nomor 153 Tahun 2002 tentang Baku Mutu Udara Ambien untuk pengukuran parameter SO_2 selama 1 jam yakni sebesar $900 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$.
2. Konsentrasi persebaran emisi Sulfur Dioksida (SO_2) dari emisi proses industri kayu lapis di Dusun Kalimati, Tirtomartani, Kalasan, Sleman, D.I.Yogyakarta. menggunakan model persamaan Gauss untuk sumber titik. Konsentrasi pemodelan yang didapatkan untuk parameter Sulfur Dioksida (SO_2) pada bulan Oktober di titik 1 dengan sumbu (100,150,0) rerata

konsentrasi pemodelan SO₂ yakni sebesar $5,036 \times 10^{-15} \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ tinggi efektif sebesar 105,45 meter dan kecepatan angin pada tinggi efektif sebesar 2,30 m/s dan pada titik 2 dengan sumbu (250,0,0) sebesar $1,667 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ tinggi efektif sebesar 105,45 meter dan kecepatan angin pada tinggi efektif sebesar 2,30 m/s . Pada bulan November didapatkan rerata konsentrasi pemodelan SO₂ di titik 1 sebesar $7,281 \times 10^{-16} \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ tinggi efektif sebesar 105,57 meter dan kecepatan angin pada tinggi efektif sebesar 2,28 m/s dan pada titik 2 sebesar $1,605 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ tinggi efektif sebesar 105,57 meter dan kecepatan angin pada tinggi efektif sebesar 2,28 m/s. Pada bulan Desember di titik 1 rerata konsentrasi pemodelan yakni sebesar $6,512 \times 10^{-21} \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan tinggi efektif sebesar 87,83 meter dan kecepatan angin pada tinggi efektif sebesar 2,99 m/s sedangkan pada titik 2 yakni sebesar $9,662 \times 10^{-7} \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan tinggi efektif sebesar 85,45 meter, kecepatan angin pada tinggi efektif sebesar 3,13 m/s. Sehingga dari hasil ketiga bulan tersebut rerata konsentrasi SO₂ pemodelan *Gauss Dispersion* pada lokasi tersebut belum melebihi baku mutu udara ambien sesuai dengan Keputusan Gubernur Nomor 153 Tahun 2002 tentang Baku Mutu Udara Ambien untuk pengukuran parameter SO₂ selama 1 jam yakni sebesar $900 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$.

3. Nilai kontribusi Sulfur Dioksida (SO₂) dari emisi proses industri kayu lapis terhadap kualitas udara ambien di sekitar Dusun Kalimati, Tirtomartani, Kalasan, Sleman, D.I.Yogyakarta di titik 1 yakni sebesar 0% sangat kecil namun pada titik 2 yakni sebesar 23% kontribusi sehingga pengaruh dari Industri kayu lapis di Dusun Kalimati Desa Tirtomartani Kec.Kalasan Kab.Sleman D.I.Yogyakarta terhadap kualitas udara ambien untuk parameter Sulfur Dioksida (SO₂) berdasarkan hasil pemodelan menggunakan persamaan Gauss dapat dikatakan kecil pada titik 1 karena nilai kontribusi (SO₂) dari emisi industri kayu lapis di titik 1 lebih kecil daripada titik 2.

1.2. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Untuk penelitian ini, perlu dilakukannya pemantauan kualitas udara ambien dari emisi proses produksi industri kayu lapis untuk parameter Sulfur Dioksida (SO_2) di sekitar Dusun Kalimati Desa Tirtomartani Kec.Kalasan Kab.Sleman D.I.Yogyakarta dengan variasi jarak pemantauan dan variasi waktu peneltian.
2. Untuk penelitian sejenis, perlu dilakukannya pemantauan kualitas udara ambien dari emisi proses produksi industri kayu lapis di sekitar Dusun Kalimati Desa Tirtomartani Kec.Kalasan Kab.Sleman D.I.Yogyakarta untuk parameter lain, seperti Total Partikel.
3. Untuk penelitian lanjutan, perlu dilakukannya pemantauan kualitas udara ambien di sekitar Dusun Kalimati Desa Tirtomartani Kec.Kalasan Kab.Sleman D.I.Yogyakarta dari sumber pencemar lainnya, seperti aktivitas kendaraan bermotor, kegiatan memasak dan pembakaran sampah.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyono, W. E. (2011). **Kajian Tingkat Pencemaran Sulfur Dioksida dari Industri di Beberapa daerah di Indonesia**. *Berita Dirgantara Vol.12 No.4*, 132-137.
- Chandra, B. (2006). **“Pengantar Kesehatan Lingkungan”**. EGC, Jakarta.
- Fardiaz, Srikandi. (1992). **“Polusi Air dan Udara “**. Yogyakarta : Penerbit Kanisius.
- L, G. H., Hadiwidodo, M.Si, M., & Dr.Ing- Sudarno S.T., M.Sc. (2012). **“Pengaruh Kelembaban, Suhu, Arah dan Kecepatan Angin terhadap Konsentrasi Nitrogen Dioksida (NO₂) dengan Membandingkan 2 Volume Sumber Pencemar di Area Pabrik dan Persimpangan Jalan (Studi Kasus : PT. Into General Yaja Steel dan Persimpangan Jragung)”**. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Kirk, R.E dan Othmer, D.F. (1969). **“Physiological Effects Of Sulfur Dioxide Gas”**. New York : Encyclopedia of Chemical Technology, John Wiley and Sons.
- Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No. 153 Tahun 2002 tentang **Baku Mutu Udara Ambien Daerah Istimewa Yogyakarta** .
- Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No. 169 Tahun 2003 tentang **Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta**.
- Lokeshwari, N, G. Srinikethan, V.S. Hegdec, & Nagraj.P. (2013). **“Modelling of Pollutants from a Point Source : A Case study from Coke Industry”**. *International Journal of Current Engineering and Technology*, 19-23.
- Masters, G., & Ela, W. P. (2008). **“Introduction to Environmental Engineering and Science Third Edition”**. New Jersey: Pearson Education.
- Mukono, H.J. (2000). **“Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan”**. Surabaya: Airlangga University Press.

- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 Tahun 1999 tentang **Pengendalian Pencemaran Udara**.
- Permatasari, A. A., Sasongko, D. P., & Buchori, I. (2014). **Analisis Dispersi Polutan Udara Menggunakan Model Dispersi Gauss dan Pemetaan Surfer 10**. *Jurnal EKOSAINS Vol. 6 No. 3*, 1-19.
- Slamet, Juli Soemirat, (2002). "**Kesehatan Lingkungan**". Gajahmada University Press, Yogyakarta.
- Slamet, Juli Soemirat, (2009). "**Kesehatan Lingkungan**". Gajahmada University Press, Yogyakarta.
- S. Goletic , & N. Imamovic. (2013). **Modeling The Dispersion Of SO₂ in Zenica Valley**. *International Journal of Engineering*, 47-52.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 19-7119.6-2005 tentang **Penentuan Lokasi Pengambilan Contoh Uji Pemantauan Kualitas Udara Ambien**. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional Indonesia.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 19-7119.7-2005 tentang **Cara Uji Kadar Sulfur Dioksida (SO₂) Dengan Metoda Pararosanilin Menggunakan Spektrofotometer**. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional Indonesia.
- Sunu, P. (2001). "**Melindungi Lingkungan Dengan Menerapkan ISO 14001**". Gramedia, Jakarta.
- Suryani, S., Gunawan, & Upe, A. (2010). **Model Sebaran Polutan SO₂ pada Cerobong Asap PT. Semen Tonasa** .*Pusat Penelitian Lingkungan Hidup*, 1-6.
- Vallero, Daniel.A. (2008). "**Fundamentals of Air Pollution Fourth Edition**". London: Elsevier.
- Wardhana, Wisnu A. (1995). "**Dampak Pencemaran Lingkungan**". Yogyakarta: Andi Offset.
- Wardhana, Wisnu A. (2004). "**Dampak Pencemaran Lingkungan**". Yogyakarta: Andi Offset.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Perhitungan Konsentrasi SO₂ di Udara Ambien

➤ Perhitungan Kurva Kalibrasi

No	Kode	x	y	x.y	x ²
1	Standar 1	0,010	0,184	0,002	0,0001
2	Standar 2	0,331	0,335	0,111	0,110
3	Standar 3	0,496	0,425	0,211	0,246
4	Standar 4	0,662	0,519	0,344	0,438
	jumlah	1,499	1,463	0,667	0,794

Mencari nilai b :

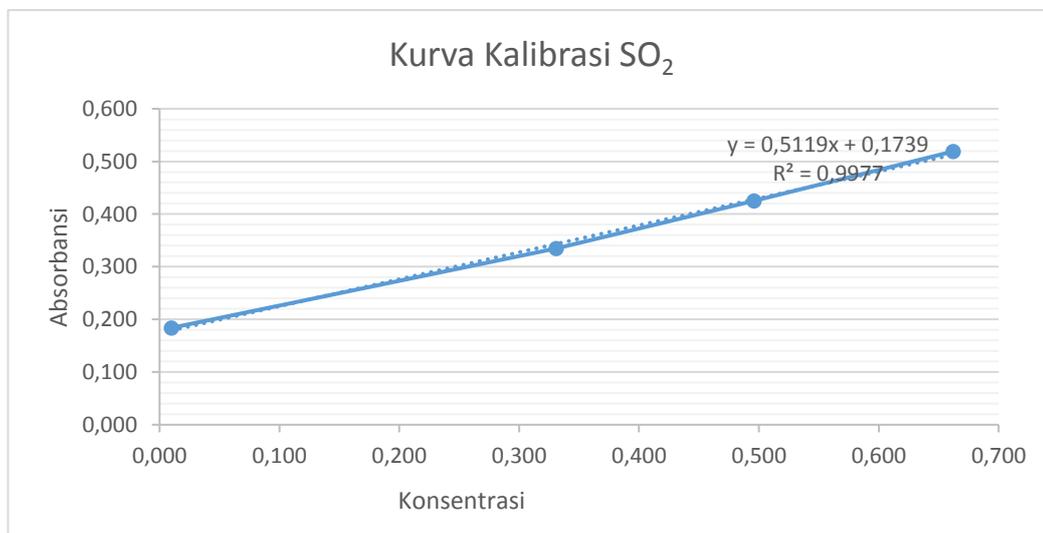
$$b = \frac{\sum x \cdot y - \left[\frac{(\sum x \cdot \sum y)}{n} \right]}{\sum x^2 - \left[\frac{(\sum x)^2}{n} \right]} = \frac{(0,667) - \left[\frac{(1,499 \times 1,463)}{4} \right]}{0,794 - \left[\frac{(1,499)^2}{4} \right]} = 0,5119$$

Mencari nilai a :

$$a = \left[\frac{(\sum y) - (b \cdot \sum x)}{n} \right] = \left[\frac{(1,463) - (0,5119 \times 1,499)}{4} \right] = 0,1739$$

Persamaan $Y = bx + a = 0,5119x + 0,1739$

Kurva kalibrasi



- Volume contoh uji udara yang diambil

Diketahui :

Hari/ Tanggal : Kamis, 01 Desember 2016

Waktu/ Titik : Pagi/ Titik 2

F1 = 0,5 L/menit

F2 = 0,5 L/menit

t = 60 menit

Pa = 741,15 mmHg

Ta = 311,63 K

$$V = \frac{F1 + F2}{2} \times t \times \frac{Pa}{Ta} \times \frac{298}{760} = \frac{0,5 + 0,5}{2} \times 60 \times \frac{741,15}{309,37} \times \frac{298}{760} = 27,976 \text{ L}$$

- Konsentrasi Sampel Uji

Diketahui :

Nilai Absorbansi : 0,22

$$b = \frac{\text{Nilai absorbansi} - \text{Nilai kurva kalibrasi (a)}}{\text{Nilai kurva kalibrasi (b)}} = \frac{0,22 - 0,1739}{0,5119} = 0,09 \mu\text{g}$$

- Konsentrasi Sulfur Dioksida (SO₂)

$$C = \frac{b}{V} \times 1000 = \frac{0,09 \mu\text{g}}{27,98 \text{ L}} \times 1000 = 3,219 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$$

LAMPIRAN 2 Hasil Konsentrasi SO₂ di Titik 1

Tanggal	Waktu	Ket.	Nilai Absorbansi (y)	Nilai Kurva Kalibrasi		F1 (L/menit)	F2 (L/menit)	t (menit)	Pa (mmHg)	Ta (K)	V (L)	X (µg/L)	C (ug/Nm ³)
				a	b								
Selasa 11 Okt 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	0,247	0,1739	0,5119	0,5	0,5	60	741,12	317,32	27,4737	0,143	5,198
Kamis 13 Okt 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	0,226	0,1739	0,5119	0,5	0,5	60	741,88	317,05	27,5253	0,102	3,698
Senin 17 Okt 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	0,256	0,1739	0,5119	0,5	0,5	60	740,60	318,45	27,3569	0,160	5,863
Kamis 17 Nov 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	0,234	0,1739	0,5119	0,5	0,5	60	741,58	315,43	27,6552	0,117	4,245
Senin 21 Nov 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	0,227	0,1739	0,5119	0,5	0,5	60	740,43	317,80	27,4067	0,104	3,785
Kamis 24 Nov 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	0,227	0,1739	0,5119	0,5	0,5	60	740,97	317,58	27,4451	0,104	3,780
Senin 28 Nov 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	0,255	0,1739	0,5119	0,5	0,5	60	740,05	320,92	27,1264	0,158	5,840
Kamis 01 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	0,222	0,1739	0,5119	0,5	0,5	60	743,37	312,33	28,00	0,094	3,356
Senin 05 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	0,224	0,1739	0,5119	0,5	0,5	60	740,15	307,40	28,32	0,098	3,456
Kamis 08 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	0,242	0,1739	0,5119	0,5	0,5	60	739,88	306,90	28,36	0,133	4,691
Selasa 13 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	0,24	0,1739	0,5119	0,5	0,5	60	740,93	304,42	28,63	0,129	4,510
Kamis 15 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	0,223	0,1739	0,5119	0,5	0,5	60	741,08	303,38	28,73	0,096	3,338
Senin 19 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	0,192	0,1739	0,5119	0,5	0,5	60	741,02	307,85	28,31	0,035	1,249
Kamis 22 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	0,232	0,1739	0,5119	0,5	0,5	60	741,20	308,73	28,24	0,113	4,019
Selasa 27 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	0,283	0,1739	0,5119	0,5	0,5	60	741,25	307,83	28,33	0,213	7,524
Kamis 29 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	0,213	0,1739	0,5119	0,5	0,5	60	742,13	315,65	27,66	0,076	2,762

LAMPIRAN 3 Hasil Konsentrasi SO₂ di Titik 2

Tanggal	Waktu	Ket.	Nilai Absorbansi (y)	Nilai Kurva Kalibrasi		F1 (L/menit)	F2 (L/menit)	t (menit)	Pa (mmHg)	Ta (K)	V (L)	X (µg/L)	C (ug/Nm ³)
				a	b								
Selasa 11 Okt 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	0,245	0,1739	0,5119	0,5	0,5	60	739,62	316,95	27,407	0,139	5,068
Kamis 13 Okt 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	0,244	0,1739	0,5119	0,5	0,5	60	740,75	318,70	27,341	0,137	5,009
Senin 17 Okt 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	0,253	0,1739	0,5119	0,5	0,5	60	740,17	315,98	27,555	0,155	5,608
Kamis 17 Nov 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	0,228	0,1739	0,5119	0,5	0,5	60	740,15	310,67	28,023	0,106	3,771
Senin 21 Nov 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	0,221	0,1739	0,5119	0,5	0,5	60	740,53	314,27	27,719	0,092	3,319
Kamis 24 Nov 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	0,223	0,1739	0,5119	0,5	0,5	60	741,17	311,15	28,020	0,096	3,423
Senin 28 Nov 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	0,266	0,1739	0,5119	0,5	0,5	60	739,97	319,82	27,217	0,180	6,611
Kamis 01 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	0,220	0,1739	0,5119	0,5	0,5	60	741,15	311,63	27,976	0,090	3,219
Senin 05 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	0,226	0,1739	0,5119	0,5	0,5	60	739,42	306,13	28,412	0,102	3,582
Kamis 08 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	0,232	0,1739	0,5119	0,5	0,5	60	739,33	305,80	28,440	0,113	3,991
Selasa 13 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	0,245	0,1739	0,5119	0,5	0,5	60	739,90	313,95	27,723	0,139	5,010
Kamis 15 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	0,230	0,1739	0,5119	0,5	0,5	60	740,38	305,98	28,463	0,110	3,850
Senin 19 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	0,210	0,1739	0,5119	0,5	0,5	60	740,03	307,65	28,296	0,071	2,492
Kamis 22 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	0,240	0,1739	0,5119	0,5	0,5	60	740,00	310,40	28,044	0,129	4,604
Selasa 27 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	0,242	0,1739	0,5119	0,5	0,5	60	739,97	311,55	27,939	0,133	4,762
Kamis 29 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	0,220	0,1739	0,5119	0,5	0,5	60	741,43	318,03	27,424	0,090	3,284

LAMPIRAN 4 Perhitungan Koefisien Korelasi

Contoh perhitungan korelasi antara konsentrasi dengan suhu di Titik 1

Diketahui:

$$n = 16$$

x_i = Konsentrasi

y_i = Suhu

$$\bar{x} = 4,21 \text{ ug/Nm}^3$$

$$\bar{y} = 321,44 \text{ K}$$

- Mencari standar Deviasi

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x - \bar{x})^2}$$

$$S_y = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (y - \bar{y})^2}$$

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{16-1} 31,26}$$

$$S_y = \sqrt{\frac{1}{16-1} 485,99}$$

$$S_x = \sqrt{2,084}$$

$$S_y = \sqrt{32,991}$$

$$S_x = 1,443$$

$$S_y = 5,692$$

- Mencari Koefisien Korelasi

$$rk = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i - \bar{x}}{S_x} \right) \left(\frac{y_i - \bar{y}}{S_y} \right)$$

$$rk = \frac{1}{16-1} \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i - 4,21}{1,443} \right) \left(\frac{y_i - 321,44}{5,692} \right)$$

$$rk = \frac{1}{16-1} (36,124)$$

$$rk = 0,186$$

LAMPIRAN 5 Hasil Perhitungan Koefisien Korelasi pada Titik 1

Tanggal	Waktu	Ket.	Pa (mmHg)	Ta (K)	C (ug/Nm³) (sampling)
Selasa 11 Okt 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	741,12	317,32	5,198
Kamis 13 Okt 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	741,88	317,05	3,698
Senin 17 Okt 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	740,60	318,45	5,863
Kamis 17 Nov 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	741,58	315,43	4,245
Senin 21 Nov 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	740,43	317,80	3,785
Kamis 24 Nov 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	740,97	317,58	3,780
Senin 28 Nov 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	740,05	320,92	5,840
Kamis 01 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	743,37	312,33	3,356
Senin 05 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	740,15	307,40	3,456
Kamis 08 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	739,88	306,90	4,691
Selasa 13 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	740,93	304,42	4,510
Kamis 15 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	741,08	303,38	3,338
Senin 19 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	741,02	307,85	1,249
Kamis 22 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	741,20	308,73	4,019
Selasa 27 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	741,25	307,83	7,524
Kamis 29 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	742,13	315,65	2,762

Korelasi Tekanan	-0,275	Korelasi sangat lemah
Korelasi Suhu	0,186	Korelasi sangat lemah

LAMPIRAN 6 Hasil Perhitungan Koefisien Korelasi pada Titik 2

Tanggal	Waktu	Ket.	Pa (mmHg)	Ta (K)	C (ug/Nm³) (sampling)
Selasa 11 Okt 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	739,62	316,95	5,068
Kamis 13 Okt 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	740,75	318,70	5,009
Senin 17 Okt 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	740,17	315,98	5,608
Kamis 17 Nov 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	740,15	310,67	3,771
Senin 21 Nov 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	740,53	314,27	3,319
Kamis 24 Nov 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	741,17	311,15	3,423
Senin 28 Nov 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	739,97	319,82	6,611
Kamis 01 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	741,15	311,63	3,219
Senin 05 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	739,42	306,13	3,582
Kamis 08 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	739,33	305,80	3,991
Selasa 13 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	739,90	313,95	5,010
Kamis 15 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	740,38	305,98	3,850
Senin 19 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	740,03	307,65	2,492
Kamis 22 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	740,00	310,40	4,604
Selasa 27 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	739,97	311,55	4,762
Kamis 29 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	741,43	318,03	3,284

Korelasi Tekanan	-0,337	Korelasi sangat lemah
Korelasi Suhu	0,581	Korelasi kuat

LAMPIRAN 7 Perhitungan Konsentrasi SO₂ dengan Pemodelan Gauss

A. Mencari Tinggi Efektif Cerobong

Diketahui :

Hari/ Tanggal : Kamis, 01 Desember 2016

Waktu/ Titik : Pagi/ Titik 2

H : 30 Meter (Sesuai tinggi cerobong industri)

ρ : 0,15 (sesuai dengan tabel 2.3)

Stabilitas : B

v_a : 1,8 m/s (sesuai anemometer)

Z_a : 1,65 meter

Diameter cerobong : 0,8 meter

T_a : 298 K

T_s : 403 K

V_s : 30 m/s

- Mencari vh saat tinggi 30 meter

$$vh = \left(\frac{H}{Z_a}\right)^\rho \times v_a = \left(\frac{30}{1,65}\right)^\rho \times 1,8 = 2,78 \text{ m/s}$$

- Mencari Δh tinggi kepulan asap

$$F = gr^2vs \left(1 - \frac{T_a m}{T_s}\right) = 9,81(0,4)^2 30 \left(1 - \frac{298}{403}\right) = 12,27 \text{ m}^4/\text{s}^3$$

Karena nilai $F < 55 \frac{\text{m}^4}{\text{s}^3}$ maka $Xf = 50 F^{\frac{5}{8}}$

$$Xf = 50 F^{\frac{5}{8}} = 50 (12,27)^{\frac{5}{8}} = 239,59 \text{ meter}$$

$$\Delta h = \frac{1,6 F^{\frac{1}{3}} x f^{\frac{2}{3}}}{vh} = \frac{1,6 (12,27)^{\frac{1}{3}} x (4,791)^{\frac{2}{3}}}{2,78} = 51,185 \text{ meter}$$

- Mencari Tinggi Efektif

$$H = \Delta h + h = 51,185 + 30 = 81,185 \text{ meter}$$

- Mencari vH saat tinggi efektif

$$vH = \left(\frac{H}{Za}\right)^p \times v_a = \left(\frac{81,185}{1,65}\right)^{0,15} \times 1,8 = 3,23 \text{ m/s}$$

B. Menghitung σ_y dan σ_z

Diketahui :

$$x : 0,25 \text{ km}$$

$$\text{Konstanta } a : 156$$

$$\text{Konstanta } c : 106,6$$

$$\text{Konstanta } d : 1,149$$

$$\text{Konstanta } f : 3,3$$

$$\sigma_y = a x^{0,894} = 156 (0,25)^{0,894} = 45,17 \text{ meter}$$

$$\sigma_z = c x^d + f = 106,6 (0,25)^{1,149} + 3,3 = 24,98 \text{ meter}$$

C. Menghitung Laju Emisi

Diketahui :

$$E : 67,235 \text{ mg/m}^3 = 67,235 \times 10^{-3} \text{ g/s}$$

$$V_{\text{cerobong}} : 30 \text{ m/s}$$

$$D_{\text{cerobong}} : 0,8 \text{ meter}$$

$$Q = C \times A \times V = 67,235 \times 10^{-3} \times \pi \times 0,4^2 \times 30 = 1,01336 \text{ g/s}$$

D. Menghitung pemodelan dispersi Gauss untuk *point source*

$$C(x, y) = \frac{Q}{\pi v h \sigma_y \sigma_z} \exp\left(\frac{-(H^2)}{2 \sigma_z^2}\right) \exp\left(\frac{-(y^2)}{2 \sigma_y^2}\right)$$

$$C(x, y) = \frac{1,01336}{\pi \times 3,23 \times (45,17) \times (24,98)} \exp\left(\frac{-(81,185^2)}{2 \times (24,98)^2}\right) \exp\left(\frac{-(0^2)}{2 \times (45,17)^2}\right)$$

$$C(x, y) = 0,4499 \mu\text{g/Nm}^3$$

LAMPIRAN 8 Tinggi Efektif pada Cerobong untuk Titik 1

Tanggal	Waktu	Ket.	Kec. Angin (m/s)	uz (m/s)	uh (m/s)	Δh (m)	H (m)	uH (m/s)
Selasa 11 Okt 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	1,2	1,57	1,85	76,78	106,78	2,243
Kamis 13 Okt 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	1,1	1,44	1,70	83,76	113,76	2,076
Senin 17 Okt 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	1,4	1,83	2,16	65,81	95,81	2,575
Kamis 17 Nov 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	1,3	1,70	2,01	70,87	100,87	2,409
Senin 21 Nov 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	1,1	1,44	1,70	83,76	113,76	2,076
Kamis 24 Nov 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	1,2	1,57	1,85	76,78	106,78	2,243
Senin 28 Nov 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	1,3	1,70	2,01	70,87	100,87	2,409
Kamis 01 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	1,8	2,36	2,78	51,19	81,19	3,229
Senin 05 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	1,7	2,23	2,63	54,20	84,20	3,066
Kamis 08 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	1,2	1,57	1,85	76,78	106,78	2,243
Selasa 13 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	1,9	2,49	2,94	48,49	78,49	3,391
Kamis 15 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	1,4	1,83	2,16	65,81	95,81	2,575
Senin 19 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	1,8	2,36	2,78	51,19	81,19	3,229
Kamis 22 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	2,2	2,88	3,40	41,88	71,88	3,875
Selasa 27 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	1,7	2,23	2,63	54,20	84,20	3,066
Kamis 29 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	1,2	1,57	1,85	76,78	106,78	2,243

LAMPIRAN 9 Tinggi Efektif pada Cerobong untuk Titik 2

Tanggal	Waktu	Ket.	Kec. Angin (m/s)	uz (m/s)	Yh (m/s)	Δh (m)	H (m)	uH (m/s)
Selasa 11 Okt 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	1,2	1,57	1,85	76,778	106,778	2,243
Kamis 13 Okt 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	1,1	1,44	1,70	83,758	113,758	2,076
Senin 17 Okt 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	1,4	1,83	2,16	65,810	95,810	2,575
Kamis 17 Nov 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	1,3	1,70	2,01	70,872	100,872	2,409
Senin 21 Nov 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	1,1	1,44	1,70	83,758	113,758	2,076
Kamis 24 Nov 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	1,2	1,57	1,85	76,778	106,778	2,243
Senin 28 Nov 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	1,3	1,70	2,01	70,872	100,872	2,409
Kamis 01 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	1,8	2,36	2,78	51,185	81,185	3,229
Senin 05 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	1,7	2,23	2,63	54,196	84,196	3,066
Kamis 08 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	1,2	1,57	1,85	76,778	106,778	2,243
Selasa 13 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	1,9	2,49	2,94	48,491	78,491	3,391
Kamis 15 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	1,4	1,83	2,16	65,810	95,810	2,575
Senin 19 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	1,9	2,49	2,94	48,491	78,491	3,391
Kamis 22 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	2,7	3,54	4,17	34,123	64,123	4,675
Selasa 27 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	1,7	2,23	2,63	54,196	84,196	3,066
Kamis 29 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	1,4	1,83	2,16	65,810	95,810	2,575

LAMPIRAN 10 Dispersi Arah Vertikal dan Horizontal

Tanggal	Waktu	Ket.	Kec. Angin (m/s)	Koefisien Dispersi Arah Vertikal (m)						σ_y (m)	σ_z (m)
				Stabilitas	x (km)	a	c	d	f		
Selasa 11 Okt 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	2,24	A	0,1	213	440,8	1,941	9,27	27,19	14,32
Kamis 13 Okt 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	2,08	A	0,1	213	440,8	1,941	9,27	27,19	14,32
Senin 17 Okt 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	2,57	A	0,1	213	440,8	1,941	9,27	27,19	14,32
Kamis 17 Nov 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	2,41	A	0,1	213	440,8	1,941	9,27	27,19	14,32
Senin 21 Nov 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	2,08	A	0,1	213	440,8	1,941	9,27	27,19	14,32
Kamis 24 Nov 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	2,24	A	0,1	213	440,8	1,941	9,27	27,19	14,32
Senin 28 Nov 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	2,41	A	0,1	213	440,8	1,941	9,27	27,19	14,32
Kamis 01 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	3,23	B	0,1	156	106,6	1,149	3,3	19,91	10,86
Senin 05 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	3,07	B	0,1	156	106,6	1,149	3,3	19,91	10,86
Kamis 08 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	2,24	B	0,1	156	106,6	1,149	3,3	19,91	10,86
Selasa 13 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	3,39	B	0,1	156	106,6	1,149	3,3	19,91	10,86
Kamis 15 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	2,57	B	0,1	156	106,6	1,149	3,3	19,91	10,86

LAMPIRAN 10 Dispersi Arah Vertikal dan Horizontal

Tanggal	Waktu	Ket.	Kec. Angin (m/s)	Koefisien Dispersi Arah Vertikal (m)						σ_y (m)	σ_z (m)
				Stabilitas	x (km)	a	c	d	f		
Senin 19 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	3,23	B	0,1	156	106,6	1,149	3,3	19,91	10,86
Kamis 22 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	3,88	B	0,1	156	106,6	1,149	3,3	19,91	10,86
Selasa 27 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	3,07	B	0,1	156	106,6	1,149	3,3	19,91	10,86
Kamis 29 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	2,24	B	0,1	156	106,6	1,149	3,3	19,91	10,86

Tanggal	Waktu	Ket.	Kec. Angin	Koefisien Dispersi Arah Vertikal (m)						σ_y (m)	σ_z
				Stabilitas	x (km)	a	c	d	f		
Selasa 11 Okt 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	2,243	A	0,25	213	440,8	1,941	9,27	61,68	39,17
Kamis 13 Okt 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	2,076	A	0,25	213	440,8	1,941	9,27	61,68	39,17
Senin 17 Okt 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	2,575	A	0,25	213	440,8	1,941	9,27	61,68	39,17
Kamis 17 Nov 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	2,409	A	0,25	213	440,8	1,941	9,27	61,68	39,17
Senin 21 Nov 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	2,076	A	0,25	213	440,8	1,941	9,27	61,68	39,17
Kamis 24 Nov 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	2,243	A	0,25	213	440,8	1,941	9,27	61,68	39,17

LAMPIRAN 10 Dispersi Arah Vertikal dan Horizontal

Tanggal	Waktu	Ket.	Kec. Angin	Koefisien Dispersi Arah Vertikal (m)					σ_y	σ_z	
				Stabilitas	x (km)	a	c	d			f
Senin 28 Nov 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	2,409	A	0,25	213	440,8	1,941	9,27	61,68	39,17
Kamis 01 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	3,229	B	0,25	156	106,6	1,149	3,3	45,17	24,98
Senin 05 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	3,066	B	0,25	156	106,6	1,149	3,3	45,17	24,98
Kamis 08 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	2,243	B	0,25	156	106,6	1,149	3,3	45,17	24,98
Selasa 13 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	3,391	B	0,25	156	106,6	1,149	3,3	45,17	24,98
Kamis 15 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	2,575	B	0,25	156	106,6	1,149	3,3	45,17	24,98
Senin 19 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	3,391	B	0,25	156	106,6	1,149	3,3	45,17	24,98
Kamis 22 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	4,675	B	0,25	156	106,6	1,149	3,3	45,17	24,98
Selasa 27 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	3,066	B	0,25	156	106,6	1,149	3,3	45,17	24,98
Kamis 29 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	2,575	B	0,25	156	106,6	1,149	3,3	45,17	24,98

LAMPIRAN 11 Hasil Konsentrasi SO₂ Pemodelan Gauss pada Titik 1

Tanggal	Waktu	Ket.	ΔH	X (m)	Y(m)	Z (m)	H	σ_y (m)	σ_z (m)	Exp 1	Exp 2	Q (g/s)	Kec. Angin (m/s)	C (ug/Nm ³)
Selasa 11 Okt 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	76,78	100	150	0	106,78	27,19	14,32	8,426E-13	2,457E-07	1,013	2,243	7,650E-17
Kamis 13 Okt 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	83,76	100	150	0	113,76	27,19	14,32	1,975E-14	2,457E-07	1,013	2,076	1,937E-18
Senin 17 Okt 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	65,81	100	150	0	95,81	27,19	14,32	1,900E-10	2,457E-07	1,013	2,575	1,503E-14
Kamis 17 Nov 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	70,87	100	150	0	100,87	27,19	14,32	1,676E-11	2,457E-07	1,013	2,409	1,417E-15
Senin 21 Nov 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	83,76	100	150	0	113,76	27,19	14,32	1,975E-14	2,457E-07	1,013	2,076	1,937E-18
Kamis 24 Nov 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	76,78	100	150	0	106,78	27,19	14,32	8,426E-13	2,457E-07	1,013	2,243	7,650E-17
Senin 28 Nov 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	70,87	100	150	0	100,87	27,19	14,32	1,676E-11	2,457E-07	1,013	2,409	1,417E-15
Kamis 01 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	51,19	100	150	0	81,19	19,91	10,86	7,480E-13	4,762E-13	1,013	3,229	1,646E-22
Senin 05 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	54,20	100	150	0	84,20	19,91	10,86	9,074E-14	4,762E-13	1,013	3,066	2,102E-23
Kamis 08 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	76,78	100	150	0	106,78	19,91	10,86	1,056E-21	4,762E-13	1,013	2,243	3,345E-31
Selasa 13 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	48,49	100	150	0	78,49	19,91	10,86	4,627E-12	4,762E-13	1,013	3,391	9,694E-22
Kamis 15 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	65,81	100	150	0	95,81	19,91	10,86	1,293E-17	4,762E-13	1,013	2,575	3,569E-27
Senin 19 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	51,19	100	150	0	81,19	19,91	10,86	7,480E-13	4,762E-13	1,013	3,229	1,646E-22
Kamis 22 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	41,88	100	150	0	71,88	19,91	10,86	3,123E-10	4,762E-13	1,013	3,875	5,726E-20
Selasa 27 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	54,20	100	150	0	84,20	19,91	10,86	9,074E-14	4,762E-13	1,013	3,066	2,102E-23
Kamis 29 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	76,78	100	150	0	106,78	19,91	10,86	1,056E-21	4,762E-13	1,013	2,243	3,345E-31

LAMPIRAN 12 Hasil Konsentrasi SO₂ Pemodelan Gauss di Titik 2

Tanggal	Waktu	Ket.	ΔH	X (m)	Y(m)	Z (m)	H	σ_y (m)	σ_z (m)	Exp 1	Exp 2	Q (g/s)	Kec. Angin (m/s)	C (ug/Nm ³)
Selasa 11 Okt 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	76,78	250	0	0	106,78	61,68	39,17	2,433,E-02	1	1,013	2,243	1,449,E+00
Kamis 13 Okt 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	83,76	250	0	0	113,76	61,68	39,17	1,473,E-02	1	1,013	2,076	9,482,E-01
Senin 17 Okt 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	65,81	250	0	0	95,81	61,68	39,17	5,020,E-02	1	1,013	2,575	2,605,E+00
Kamis 17 Nov 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	70,87	250	0	0	100,87	61,68	39,17	3,629,E-02	1	1,013	2,409	2,012,E+00
Senin 21 Nov 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	83,76	250	0	0	113,76	61,68	39,17	1,473,E-02	1	1,013	2,076	9,482,E-01
Kamis 24 Nov 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	76,78	250	0	0	106,78	61,68	39,17	2,433,E-02	1	1,013	2,243	1,449,E+00
Senin 28 Nov 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	70,87	250	0	0	100,87	61,68	39,17	3,629,E-02	1	1,013	2,409	2,012,E+00
Kamis 01 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	51,19	250	0	0	81,19	45,17	24,98	5,079,E-03	1	1,013	3,229	4,499,E-01
Senin 05 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	54,20	250	0	0	84,20	45,17	24,98	3,407,E-03	1	1,013	3,066	3,178,E-01
Kamis 08 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	76,78	250	0	0	106,78	45,17	24,98	1,075,E-04	1	1,013	2,243	1,370,E-02
Selasa 13 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	48,49	250	0	0	78,49	45,17	24,98	7,169,E-03	1	1,013	3,391	6,047,E-01
Kamis 15 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	65,81	250	0	0	95,81	45,17	24,98	6,379,E-04	1	1,013	2,575	7,087,E-02
Senin 19 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	48,49	250	0	0	78,49	45,17	24,98	7,169,E-03	1	1,013	3,391	6,047,E-01
Kamis 22 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	34,12	250	0	0	64,12	45,17	24,98	3,704,E-02	1	1,013	4,675	2,266,E+00
Selasa 27 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	54,20	250	0	0	84,20	45,17	24,98	3,407,E-03	1	1,013	3,066	3,178,E-01
Kamis 29 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	65,81	250	0	0	95,81	45,17	24,98	6,379,E-04	1	1,013	2,575	7,087,E-02

LAMPIRAN 13 Perhitungan Nilai Kontribusi SO₂

Diketahui

Hari/ Tanggal : Kamis, 01 Desember 2016

Waktu/ Titik : Pagi/ Titik 2

C_{sampling} : 3,219 µg/Nm³

C_{model} : 0,4499 µg/Nm³

$$\text{Nilai Kontribusi SO}_2 : \frac{C_{model}}{C_{sampling}} \times 100\% = \frac{0,4499}{3,219} \times 100\% = 14\%$$



LAMPIRAN 14 Hasil Perhitungan Nilai Kontribusi SO₂ untuk Titik 1

Tanggal	Waktu	Ket.	C (ug/Nm³) (sampling)	C (ug/Nm³) (pemodelan)	% Kontribusi model
Selasa 11 Okt 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	5,197	7,650E-17	0%
Kamis 13 Okt 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	3,698	3,849E-18	0%
Senin 17 Okt 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	5,863	4,469E-14	0%
Kamis 17 Nov 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	4,245	5,612E-15	0%
Senin 21 Nov 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	3,785	9,584E-18	0%
Kamis 24 Nov 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	3,780	4,540E-16	0%
Senin 28 Nov 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	5,840	9,807E-15	0%
Kamis 01 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	3,356	1,646,E-22	0%
Senin 05 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	3,456	2,102,E-23	0%
Kamis 08 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	4,691	3,345,E-31	0%
Selasa 13 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	4,510	9,694,E-22	0%
Kamis 15 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	3,338	3,569,E-27	0%
Senin 19 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	1,249	1,646,E-22	0%
Kamis 22 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	4,019	5,726,E-20	0%
Selasa 27 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 1	7,524	2,102,E-23	0%
Kamis 29 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 1	2,762	3,345,E-31	0%

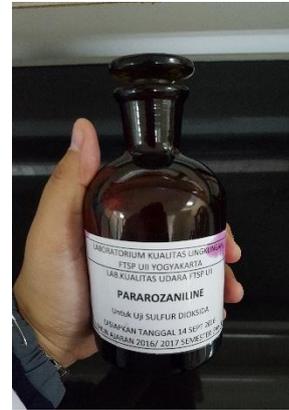
LAMPIRAN 15 Hasil Perhitungan Nilai Kontribusi SO₂ untuk Titik 2

Tanggal	Waktu	Ket.	C (ug/Nm³) (sampling)	C (ug/Nm³) (pemodelan)	% Kontribusi model
Selasa 11 Okt 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	5,068	1,449,E+00	29%
Kamis 13 Okt 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	5,009	9,482,E-01	19%
Senin 17 Okt 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	5,608	2,605,E+00	46%
Kamis 17 Nov 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	3,752	2,012,E+00	54%
Senin 21 Nov 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	3,328	9,482,E-01	28%
Kamis 24 Nov 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	3,423	1,449,E+00	42%
Senin 28 Nov 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	6,611	2,012,E+00	30%
Kamis 01 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	3,219	4,499,E-01	14%
Senin 05 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	3,582	3,178,E-01	9%
Kamis 08 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	3,991	1,370,E-02	0%
Selasa 13 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	5,010	6,047,E-01	12%
Kamis 15 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	3,850	7,087,E-02	2%
Senin 19 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	2,492	6,047,E-01	24%
Kamis 22 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	4,604	2,266,E+00	49%
Selasa 27 Des 2016	13.00 - 14.00	Titik 2	4,762	3,178,E-01	7%
Kamis 29 Des 2016	09.00 - 10.00	Titik 2	3,284	7,087,E-02	2%

LAMPIRAN 16 Dokumentasi



Gambar 1 Larutan Induk Pararosanilin



Gambar 2 Larutan Kerja Pararosanilin



Gambar 3 Peralatan Pengujian



Gambar 4 Timbangan Analitik



Gambar 5 Spektrofotometer



Gambar 6 Bahan yang digunakan



Gambar 7 Thermohygrometer



Gambar 8 Anemometer



Gambar 9 Contoh Uji



Gambar 9 Single Impinger

LAMPIRAN 17 Buku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak untuk Industri Pengolahan Kayu

**LAMPIRAN II
KEPUTUSAN GUBERNUR
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
NOMOR 169 TAHUN 2003
TANGGAL 23 DESEMBER 2003**

BAKU MUTU EMISI SUMBER TIDAK BERGERAK UNTUK PENGOLAHAN KAYU

NO	Sumber	Parameter	Batas maksimum		
			Mg/m ³	ppm	%
1	2	3	4	5	6
1	Unit Penggajian / Pemetongan Kayu	a. Total Partikel b. Opasitas	350 -	- -	- 35
2	Unit Pembuatan Produk / Pengampelasan	a. Total Partikel b. Opasitas	350 -	- -	- 35
3	Unit Finishing / Pengecatan / Pelapisan	a. Total Partikel b. Opasitas c. Arsen (As) d. Kadmium (Cd) e. Seng (Zn)	350 - 8 8 50	- - - - -	- 35 - - -
4	Unit Pengeringan / Oven	a. Total partikel b. Sulfur dioksida (SO ₂) c. Nitrogen dioksida (NO ₂) d. Opasitas	350 800 1000 -	- 288 490 -	- - - 20

Catatan :

- a. Volume gas dalam keadaan standar (25°C dan tekanan 1 atm)
- b. Opasitas digunakan sebagai indikator praktis pemantauan dan dikembangkan untuk memperoleh hubungan korelatif dengan pemantauan total partikel.

GUBERNUR
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

HAMENGKU BUWONO X

LAMPIRAN 18 Baku Mutu Udara Ambien Daerah Istimewa Yogyakarta

**LAMPIRAN
KEPUTUSAN GUBERNUR
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
NOMOR : 153 TAHUN 2002
TANGGAL : 28 OKTOBER 2002**

BAKU MUTU UDARA AMBIEN DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

No.	Parameter	Waktu Pengukuran	BMUA Primer *)		BMUA Sekunder (**)		metode Analisis	Peralatan
			(ppm)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	(ppm)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
1	SO ₂ (Sulfur dioksida)	1 jam 3 jam 24 jam 1 tahun	0,340 ---- 0,140 0,030	900 ---- 365 60	0,500	1.300	Pembentukan kompleks dengan pararosanilin	Spektrofotometer UV-Vis
2	CO (Carbon mono oksida)	1 jam 8 jam	35 9	30.000 10.000			Spektrometri	NDIR Spektrofotometer
3	NO ₂ (Nitrogen dioksida)	1 jam 24 jam 1 tahun	0,212 0,080 0,053	400 150 100	0,053	100	Pembentukan kompleks dgn pereaksi Saltzman	Spektrofotometer UV-Vis
4	O ₃ (ozon)	1 jam 24 jam 1 tahun	0,120 0,080 0,026	235 157 50	0,120 0,080	235 157	Chemiluminescence	Spektrofotometer UV
5	KOV=VOC=HC total (Karbon organik volatil) =(volatil Organic Carbon=hidrokarbon total)	3 jam	----	160			Kromatografi	Kromatografi gas
6	PM ₁₀ (Partikulat diameter <10 mikron)	24 jam 1 tahun	---- ----	150 50	---- ----	150 50	Gravimetri	PM ₁₀ meter
7	PM _{2,5} (Partikulat diameter <2,5 mikron)	24 jam 1 tahun	---- ----	65 15		65 15	Gravimetri	PM _{2,5} meter
8	Pb (Timbal/Timah Hitam)	24 jam 3 bulan 1 tahun		2 1,500 1		1,500	Spektrometri	Spektrofotometer Serapan Air
9	TSP (Total Partikel tersuspensi / debu)	24 jam 1 tahun	---- ----	230 90		230 90	Gravimetri	High Volume Sampler
10	Debu Jatuh a. Pemukiman b. Kawasan Industri	30 hari 30 hari	----	10 ton/km ² 20 ton/km ²		10 ton/km ² 10 ton/km ²	Gravimetri	Penampungan pada filter bebas abu
11	Klorin	1 jam	1	3.130			Pembentukan kompleks dgn oortho-toluidin	Spektrofotometer UV-Vis

*) BMUA Primer yang diperuntukkan untuk melindungi manusia

**) BMUA Sekunder yang diperuntukkan untuk melindungi hewan, tumbuh-tumbuhan, jarak pandang dan kenyamanan serta benda cagar budaya (BCB)

GUBERNUR
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

LAMPIRAN 19 Catatan Aktivitas Penelitian Harian



CATATAN AKTIVITAS PENELITIAN HARIAN

Judul Penelitian :

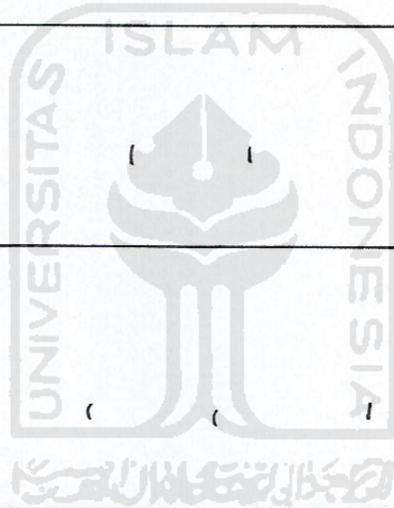
Pemantauan Kualitas Udara Ambien Dan Pemodelan Gauss Dispersion Tipe Point Source Untuk Parameter Sulfur Dioksida (SO₂) Dari Emisi Industri Kayu Lapis Di Dusun Kalimati, Desa Tirtomartani, Kec.Kalasan, Kab.Sleman, D.I Yogyakarta

Nama Peneliti :

Pepy Hapita Sari (13513133)

NO	Tanggal	Aktivitas Penelitian	Hasil	Kendala/Masalah	Solusi	Saran	Catatan Khusus	Paraf	
								Pembimbing	Laboran
1	JELASA, 11 OKT 2016	Pengambilan contoh uji dan pengujian dgn spektrofotometer 550 nm	1. 0,247 2. 0,245	-	-	-	-		
2	KAMIS, 13 OKT 2016	"	1.0,226 2.0,244	-	-	-	-		
3	SENIN, 17 OKT 2016	"	1.0,256 2.0,253	-	-	-	-		
4	KAMIS, 17 NOV 2016	"	1. 0,234 2. 0,228	-	-	-	-		
5	SENIN, 21 NOV 2016	"	1.0,227 2.0,221	-	-	-	-		
6	KAMIS, 24 NOV 2016	"	1. 0,227 2. 0,223	spektrofotometer yg biasa digunakan dibawa sampling keluar lab	menggunakan spektrofotometer AAS	-	-		
7	SENIN, 28 NOV 2016	"	1. 0,255 2. 0,266	-	-	-	-		

NO	Tanggal	Aktivitas Penelitian	Hasil	Kendala/ Masalah	Solusi	Saran	Catatan Khusus	Paraf	
								Pembimbing	Laboran
8	KAMIS, 01 DES 2016	Pengambilan contoh uji dan pengujian dgn spektrofotometer 550 nm	1. 0,222 2. 0,220	-	-	-	-		
9	SENIN, 05 DES 2016	— " —	1. 0,224 2. 0,226	-	-	-	-		
10	KAMIS, 08 DES 2016	— " —	1. 0,242 2. 0,232	-	-	-	-		
11	SELASA, 13 DES 2016	— " —	1. 0,240 2. 0,245	-	-	-	-		
12	KAMIS, 15 DES 2016	— " —	1. 0,223 2. 0,230	-	-	-	-		
13	SENIN, 19 DES 2016	— " —	1. 0,192 2. 0,216	-	-	-	-		
14	KAMIS, 22 DES 2016	— " —	1. 0,232 2. 0,240	-	-	-	-		
15	SELASA, 27 DES 2016	— " —	1. 0,203 2. 0,242	-	-	-	-		
16	KAMIS, 29 DES 2016	— " —	1. 0,213 2. 0,220	-	-	-	-		



LAMPIRAN 20 Kartu Peserta Tugas Akhir





KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

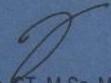
Tahun akademik : Ganjil 2016/2017

Nama Mahasiswa : Pepy Hapita Sari
 Nomor Mhs : 13513133
 Jurusan : Teknik Lingkungan
 Judul TA : Pemanataan Kualitas Udara Ambien dan Pemodelan Gauss Dispersion Tipe Point Source Untuk Parameter Sulfur Dioksida (SO₂) dari Emisi Industri Kayu Lapis di Desa Kalasan, Sleman, D.I Yogyakarta

Dosen pembimbing 1 : Supriyanto, ST, M.Sc.,M.Eng
 Dosen pembimbing 2 :



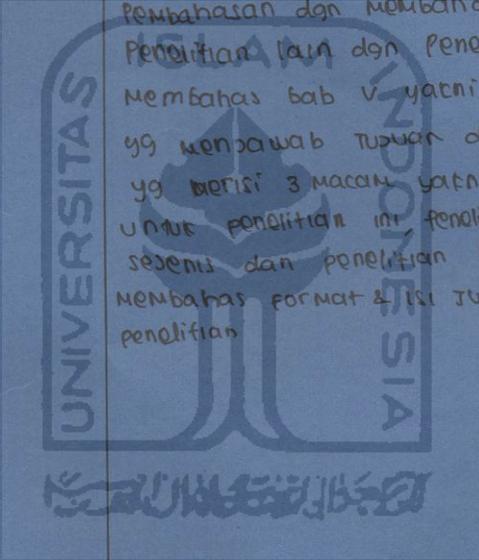
Yogyakarta, 24 September 2016
 Koordinator Tugas Akhir


 Supriyanto, ST, M.Sc, M.Eng

Masa Berlaku s.d. 3/8/2017

No	Tanggal	Konsultasi ke	Keterangan	Paraf
1	28/09/2016	I	Konsultasi Hasil data yang didapatkan dari BMKG untuk lokasi kalasan	
2	2/11/2016	II	Konsultasi perihal kendala data Industri	
3	17/11/2016	III	Konsultasi data yang didapatkan dari Industri	
4	24/11/2016	IV	Pemodelan udara yg digunakan → rumus % mengetahui kepulan asap. Membandingkan rumus Δh versi buyayang & Holland	
5	2/12/2016	V	Menentukan data-data yg diperlukan untuk pemodelan gauss seperti 1. nilai lasu emisi (Q) dari data emisi perusahaan 2. nilai x, y, dan z dari tiap titik sampling	
6	7/12/2016	VI	Konsultasi antara data pemodelan & data sampling lalu membuat % kontribusi SO ₂ yg ada dibanding purna data pemodelan lebih kecil dari data sampling.	

No	Tanggal	Konsultasi ke -	Keterangan	Paraf
7	05/01/2017	VII	<p>Membahas data pemodelan gauss dispersion terkait hasil pemodelan yg lebih kecil daripada data pemantauan langsung.</p> <p>Membahas persentase nilai kontribusi pencemar SO_2 pada kedua titik</p>	
8	09/01/2017	VIII	<p>menghitung kecepatan angin saat tinggi cerobong</p> <p>membahas isi laporan mengenai perbandingan antara Csampling 1 dgn Cmodel 1 dgn Cmodel 2, Csampling 1 dgn Cmodel 1 dan Csampling 2 dgn Cmodel 2</p>	
9	" 10/1/2017	IX	<p>membahas isi laporan bagian Pembahasan yakni menambah Pembahasan dgn membandingkan Penelitian lain dgn Penelitian ini</p> <p>Membahas bab V yakni kesimpulan yg menjawab tujuan dan saran yg berisi 3 macam yakni saran untuk penelitian ini, penelitian sejenis dan penelitian lanjutan</p> <p>Membahas format & isi jurnal penelitian</p>	



LAMPIRAN 21 Jurnal Penelitian Tugas Akhir