

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KONSENTRASI SO₂, NO₂ DAN PARTIKULAT PADA SUMBER
EMISI TIDAK BERGERAK (CEROBONG) BERBAHAN BAKAR
BATU BARA DAN CANGKANG
(STUDI KASUS DI KABUPATEN MUARO JAMBI)**



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BATANGHARI
JAMBI
2018**

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISIS KONSENTRASI SO₂, NO₂ DAN PARTIKULAT PADA SUMBER
EMISI TIDAK BERGERAK (CEROBONG) BERBAHAN BAKAR
BATU BARA DAN CANGKANG
(STUDI KASUS DI KABUPATEN MUARO JAMBI)**

DISUSUN OLEH

SUGIARTO

1300825201010

Dengan Ini Dosen Pembimbing Tugas Akhir Skripsi Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari, Menyatakan Tugas Akhir Dengan Judul Dan Penyusunan Sebagai Tersebut Diatas Disetujui Sesuai Dengan Prosedur, Ketentuan Yang Berlaku Dan Dapat Diajukan Dalam Ujian Skripsi Dan Komprehensif Program Strata (S-1) Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari.

Jambi,

2018

Diketahui Oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II

Peppy Herawati, ST, MT

Anggrika Riyanti, ST, M. Si

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS KONSENTRASI SO₂, NO₂ DAN PARTIKULAT PADA SUMBER
EMISI TIDAK BERGERAK (CEROBONG) BERBAHAN BAKAR
BATU BARA DAN CANGKANG
(STUDI KASUS DI KABUPATEN MUARO JAMBI)**

Tugas akhir dengan judul diatas telah dipertahankan dihadapan Panitia
Penguji Tugas Akhir dan Komprehensif Program Strata 1 (S-1) Program Studi
Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari

Nama : SUGIARTO

NIM : 1300825201010

Hari/Tanggal : Sabtu, 8 September 2018

Jam : 08.00 – 10.00 Wib

Tempat : Ruang Sidang Fakultas Teknik Universitas Batanghari

Jabatan	PANITIA PENGUJI	
	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Peppy Herawati, ST, MT	1. _____
Sekretaris	: Anggrika Riyanti, ST, M. Si	2. _____
Anggota	: Monik Kasman, ST, M.Eng.Sc	3. _____
Anggota	: Marhadi, ST, M. Si	4. _____
Anggota	: Hadrah, ST, MT	5. _____

Disahkan Oleh:

Dekan Fakultas Teknik

**Ketua Program Studi
Teknik Lingkungan**

Dr. Ir. H. Fachrul Rozi Yamali, ME

Monik Kasman, ST, M.Eng.Sc

KATA PENGANTAR

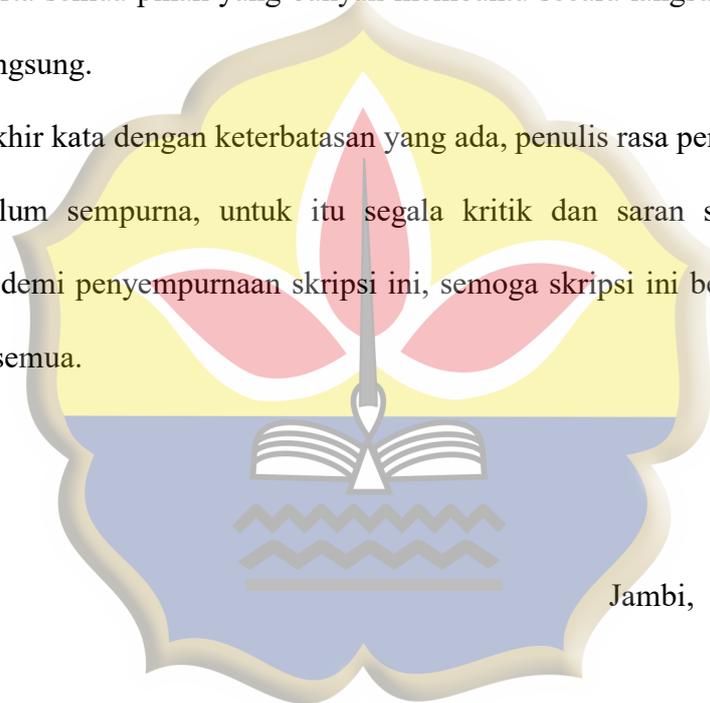
Puji syukur Penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karuniaNya hingga Penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan judul “ANALISIS KONSENTRASI SO₂,NO₂, DAN PARTIKULAT PADA SUMBER TIDAK BERGERAK (CEROBONG) BERBAHAN BAKAR BATU BARA DAN CANGKANG (STUDI KASUS DI KABUPATEN MUARO JAMBI)” yang merupakan salah satu syarat menyelesaikan Program strata-1 pada Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Batanghari.

Dalam penyelesaiannya penulis banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. H Fachrul Rozi Yamali, ME, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.
2. Ibu Monik Kasman,ST. M. Eng. Sc, selaku Ketua Progam studi Teknik Lingkungan Universitas Batanghari Jambi dan Pembimbing Akademik.
3. Ibu Peppy Herawati, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing I yang senantiasa memberi bimbingan, arahan serta petunjuk dalam penyusunan Tugas akhir ini.
4. Ibu Angrika Riyanti, ST, M. Si, selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membantu dan membimbing dalam penyusunan Tugas akhir ini.
5. Ibu Siti Umi Kalsum, ST, M. Eng selaku pembimbing Akademik
6. Bapak dan ibu dosen serta karyawan, staf administrasi Fakultas Teknik Universitas Batanghari jambi.

7. Keluarga penulis istri dan anak tercinta yang senantiasa memberi semangat dan dukungan kepada penulis.
8. Semua rekan-rekan Teknik Lingkungan angkatan 2013 s/d sekarang yang telah memberi semangat dan dukungan agar penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
9. Semua teman-teman di UPTD Laboratorium Lingkungan DLH Provinsi Jambi.
10. Serta semua pihak yang banyak membantu secara langsung maupun tidak langsung.

Akhir kata dengan keterbatasan yang ada, penulis rasa penulisan skripsi ini masih belum sempurna, untuk itu segala kritik dan saran sangatlah penulis harapkan demi penyempurnaan skripsi ini, semoga skripsi ini bermanfaat adanya bagi kita semua.



Jambi, September 2018

Penulis

DAFTAR ISI

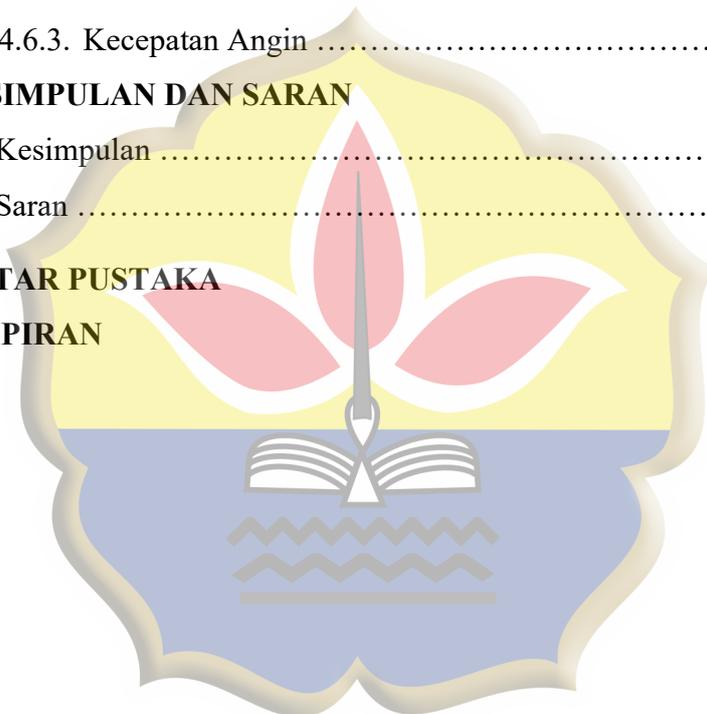
	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Ruang Lingkup	3
1.6. Batasan Masalah	4
1.7. Sistematika Penulisan	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Kualitas Udara	5
2.2. Baku Mutu Emisi.....	7
2.3. Nitrogen Oksida (NO ₂).....	8
2.3.1. Karakteristik Gas Nitrogen Oksida (NO ₂)	8
2.3.2. Sumber Nitrogen Oksida (NO ₂)	10
2.3.3. Reaksi Kimia Gas Gas Nitrogen Oksida (NO ₂).....	11
2.3.4. Dampak NO ₂ terhadap Kesehatan	13
2.4. Sulfur Dioksida (SO ₂).....	14
2.4.1. Karakteristik Sulfur Dioksida (SO ₂).....	14
2.4.2. Sumber Sulfur Dioksida (SO ₂).....	15
2.4.3. Reaksi Pembentukan Sulfur Dioksida (SO ₂).....	17
2.4.4. Dampak Sulfur Dioksida (SO ₂) terhadap Kesehatan.....	18
2.5. Partikulat	23

2.5.1. Karakteristik Partikulat.....	23
2.5.2. Sumber Partikulat.....	24
2.5.3. Dampak Partikulat terhadap Kesehatan.....	25
2.5.4. Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Pencemaran	26
2.6. Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Pencemaran	26
2.7. Gambaran Umum Daerah Penelitian.....	29
2.8. Batas Geografis	29
2.9. Iklim	30
III. METODE PENELITIAN	
3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian	31
3.2. Data Penelitian	36
3.2.1. Data Primer	36
3.2.2. Data Sekunder	36
3.3 Pengumpulan Data ..	36
3.4. Metode Pengambilan Sampel	37
3.5. Pengambilan Sampel Udara Emisi.....	38
3.6. Alur Pikir	38
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Kapasitas Produksi	41
4.2. Hasil Pengukuran Emisi Gas Buang Pada Boiler Berbahan Bakar Cangkang.....	41
4.2.1. Gas SO ₂	42
4.2.2. Gas NO ₂	43
4.2.3. Partikulat	44
4.3. Hasil Pengukuran Emisi Gas Buang Pada Boiler Berbahan Bakar Batubara.....	45
4.3.1. Gas SO ₂	45
4.3.2. Gas NO ₂	46
4.3.3. Partikulat	47

4.4. Perbandingan Konsentrasi Emisi Gas Buang Pada Boiler Berbahan Bakar Cangkang Dan Batubara	48
4.4.1. Perbandingan Konsentrasi SO ₂	48
4.4.2. Perbandingan Konsentrasi NO ₂	50
4.4.3. Perbandingan Konsentrasi Partikulat	53
4.5. Perbandingan Konsentrasi Emisi Gas Buang Terhadap Baku Mutu..	55
4.6. Pengaruh Kondisi Meteorologi Terhadap Konsentrasi SO ₂ , NO ₂ dan Partikulat.....	58
4.6.1. Suhu	58
4.6.2. Kelembaban	59
4.6.3. Kecepatan Angin	60
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	62
5.2. Saran	62

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
3.1.	Peta Lokasi PT. Kurnia Tunggal Nugaha.....	33
3.2.	Denah Lokasi Penelitian di PT. Kurnia Tunggal Nugraha	33
3.3.	Peta Lokasi Penelitian di PT. Sungai Bahar Pasifik Utama	34
3.4.	Denah Lokasi Penelitian di PT. Sungai Bahar Pasifik Utama	35
3.5.	Diagram Alur Pemikiran.....	39
3.6.	Diagram Alir Penelitian	40
4.1.	Rata-rata konsentrasi SO ₂ pada boiler berbahan bakar cangkang pada waktu pagi, siang dan sore hari	42
4.2.	Rata-rata konsentrasi NO ₂ pada boiler berbahan bakar cangkang pada waktu pagi, siang dan sore hari	43
4.3.	Rata-rata konsentrasi partikulat pada boiler berbahan bakar cangkang pada waktu pagi, siang dan sore hari.....	44
4.4.	Rata-rata konsentrasi SO ₂ pada boiler berbahan bakar batubara pada waktu pagi, siang dan sore hari.....	45
4.5.	Rata-rata konsentrasi NO ₂ pada boiler berbahan bakar batubara pada waktu pagi, siang dan sore hari.....	46
4.6.	Rata-rata konsentrasi partikulat pada boiler berbahan bakar batubara pada waktu pagi, siang dan sore hari.....	47
4.7.	Perbandingan Konsentrasi SO ₂ pada boiler berbahan bakar cangkang dan batubara pada waktu pagi, siang dan sore hari.....	48
4.8.	Perbandingan Konsentrasi NO ₂ pada boiler berbahan bakar cangkang dan batubara pada waktu pagi, siang dan sore hari.....	50
4.9.	Perbandingan Konsentrasi Partikulat pada boiler berbahan bakar cangkang dan batubara pada waktu pagi, siang dan sore hari.....	53
4.10	Persentase konsentrasi SO ₂ Pada industri berbahan bakar cangkang dan batu bara terhadap nilai baku mutu emisi gas buang.....	56

4.11	Persentase konsentrasi NO_2 Pada industry berbahan bakar cangkang dan batu bara terhadap nilai baku mutu emisi gas buang.....	56
4.12	Persentase konsentrasi partikulat pada industri berbahan bakar cangkang dan batu bara terhadap nilai baku mutu emisi gas buang.....	57

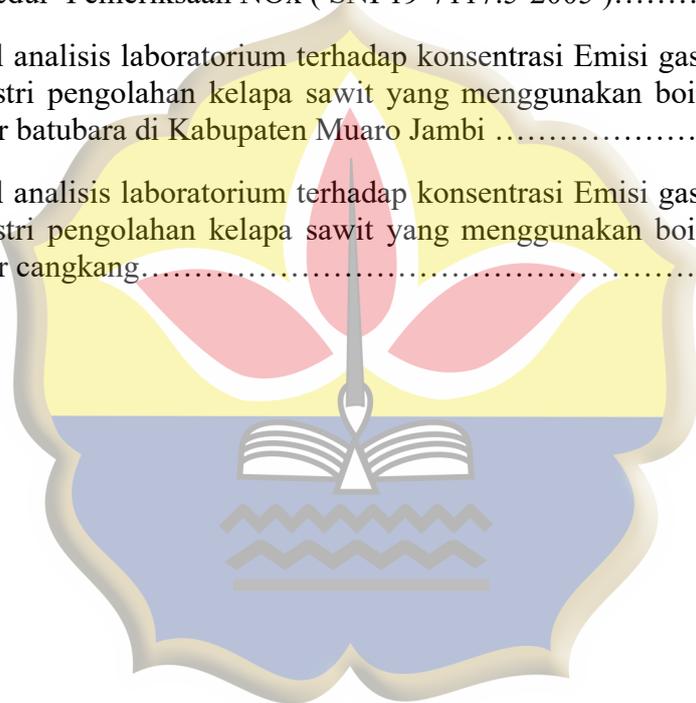


DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
4.1.	Data Ukuran boiler, jumlah bahan bakar dan produksi pada industri yang menggunakan bahan bakar cangkang dan batubara di Kabupaten Muaro Jambi	41
4.2.	Konsentrasi emisi gas SO ₂ pada boiler berbahan bakar cangkang pada industri pengolahan kelapa sawit di Kabupaten Muaro Jambi	42
4.3.	Konsentrasi emisi gas NO ₂ pada boiler berbahan bakar cangkang pada industri pengolahan kelapa sawit di Kabupaten Muaro Jambi.....	43
4.4.	Konsentrasi partikula pada boiler berbahan bakar cangkang pada industri pengolahan kelapa sawit di Kabupaten Muaro Jambi.....	44
4.5.	Konsentrasi emisi gas SO ₂ pada boiler berbahan bakar batubara pada industri pengolahan kelapa sawit di Kabupaten Muaro Jambi.....	45
4.6.	Konsentrasi emisi gas NO ₂ pada boiler berbahan bakar batubara pada industri pengolahan kelapa sawit di Kabupaten Muaro Jambi.....	46
4.7.	Konsentrasi emisi partikulat pada boiler berbahan bakar batubara pada industri pengolahan kelapa sawit di Kabupaten Muaro Jambi.....	47
4.8.	Perbandingan Konsentrasi SO ₂ pada boiler berbahan bakar batubara dan cangkang pada industri pengolahan kelapa sawit di Kabupaten Muaro Jambi	49
4.9.	Perbandingan Konsentrasi NO ₂ pada boiler berbahan bakar batubara dan cangkang pada industri pengolahan kelapa sawit di Kabupaten Muaro Jambi.....	51
4.10.	Perbandingan Konsentrasi partikulat pada boiler berbahan bakar batubara dan cangkang pada industri pengolahan kelapa sawit di Kabupaten Muaro Jambi.....	54
4.11.	Data Pengukuran Metereologi di Kabupaten Muaro Jambi.....	58

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
1.	Prosedur penggunaan alat.....	64
2.	Prosedur menggunakan alat spektrofotometer.....	68
3.	Prosedur Pengambilan Sampel Emisi.....	71
4.	Prosedur Pengambilan Sampel SO ₂ (SNI 19-7117.3.1-2005).....	73
5.	Prosedur Pemeriksaan NO _x (SNI 19-7117.5-2005).....	81
6.	Hasil analisis laboratorium terhadap konsentrasi Emisi gas buang pada industri pengolahan kelapa sawit yang menggunakan boiler berbahan bakar batubara di Kabupaten Muaro Jambi	91
7.	Hasil analisis laboratorium terhadap konsentrasi Emisi gas buang pada industri pengolahan kelapa sawit yang menggunakan boiler berbahan bakar cangkang.....	94



ABSTRAK

Proses pembakaran dengan boiler akan menghasilkan polutan berupa partikulat (debu), ataupun berupa gas seperti NO_2 dan SO_2 . Industri pengolahan kelapa sawit di Kabupaten Muaro Jambi yang memproduksi *Crude Palm Oil* (CPO) umumnya menggunakan boiler. Terdapat dua industri pengolahan kelapa sawit yang menggunakan bahan bakar berbeda yaitu batubara pada PT. Kurnia Tunggal Nugraha dan cangkang pada PT. Sungai Bahar Pasifik Utama

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan konsentrasi SO_2 , NO_2 dan Partikulat pada industri yang menggunakan bahan bakar batubara dan cangkang. Penelitian dilakukan pada bulan Juni 2018 di Kabupaten Muaro Jambi. Data primer yang diambil berupa konsentrasi SO_2 , NO_2 dan partikulat. Data sekunder yang diambil berupa data meteorologi, peta wilayah, ketinggian dan diameter boiler, serta kapasitas produksi. Waktu pengambilan sampel yaitu pada pagi, siang dan sore hari yang di ulang sebanyak 3 kali.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Perbandingan konsentrasi NO_2 dan SO_2 yang dihasilkan dari boiler berbahan bakar batubara lebih tinggi dari boiler berbahan bakar cangkang, namun keduanya masih berada dibawah baku mutu. Konsentrasi partikulat pada industri pengolahan kelapa sawit yang menggunakan boiler berbahan bakar batubara berada diatas nilai baku mutu, sedangkan boiler berbahan bakar cangkang masih memenuhi nilai baku mutu.

Kata kunci : inventarisasi data, konsentrasi pencemar, cangkang, batubara, baku mutu.

ABSTRACT

The combustion process with a boiler will produce pollutants in the form of particulates (dust), or in the form of gases such as NO_2 and SO_2 . The palm oil processing industry in Muaro Jambi District which produces Crude Palm Oil (CPO) generally uses boilers. There are two palm oil processing industries that use different fuels, namely coal at PT. Kurnia Tunggal Nugraha and shells at PT. Bahar Pacific Main River.

The purpose of this study was to determine the ratio of concentrations of SO_2 , NO_2 and Particulate in industries that use coal and shell shells. The study was conducted in June 2018 in Muaro Jambi District. Primary data taken in the form of concentrations of SO_2 , NO_2 and particulates. Secondary data taken in the form of meteorological data, map area, height and diameter of the boiler, and production capacity. Sampling time is in the morning, afternoon and evening which is repeated 3 times.

The results showed that the comparison of NO_2 and SO_2 concentrations produced from coal-fired boilers was higher than shell-fired boilers, but both were still below the quality standard. Particulate concentrations in the palm oil processing industry that use coal-fired boilers are above the quality standard, while shell-fired boilers still meet quality standards.

Keyword : data inventory, concentration of pollutants, shells, coal, quality standards.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Provinsi Jambi tercatat sebagai provinsi dengan pertumbuhan ekonomi tertinggi di Sumatera sejak tahun 2013 (KER BI, 2014). Sektor industri merupakan salah satu sektor yang menyebabkan terjadinya peningkatan pertumbuhan ekonomi tersebut. Data BPS tahun 2015 mencatat sebanyak 116 perusahaan industri yang beroperasi di propinsi Jambi dengan jumlah industri terbanyak terdapat di wilayah Kabupaten Muaro Jambi yaitu berjumlah 30 perusahaan. Industri tersebut mayoritas bergerak dalam bidang pengolahan kelapa sawit dengan hasil produksi berupa *Crude Palm Oil* (CPO).

Untuk memproduksi *Crude Palm Oil* (CPO) industri pengolahan kelapa sawit di Kabupaten Muaro Jambi menggunakan peralatan industri berupa boiler. Boiler adalah salah satu peralatan industri yang intensif mengkonsumsi bahan bakar seperti minyak solar, biomassa padat, batubara, ataupun gas alam (Nurul *et.al*, 2014).

Menurut Setiawan *et.al*, (2012) proses pembakaran pada boiler menghasilkan abu dan akan terbawa bersama gas pembakaran melalui ruang bakar dan cerobong dalam bentuk abu terbang (*fly ash*) dengan jumlah mencapai kurang lebih 80 persen, dan sisanya sebanyak kurang lebih 20 persen dalam bentuk abu dasar (*bottom ash*).

Proses pembakaran dengan boiler akan menghasilkan polutan berupa emisi gas buang yang dikeluarkan cerobong. Emisi udara yang dikeluarkan tersebut

umumnya mengandung bahan pencemar berupa partikulat (debu), ataupun berupa gas seperti NO_2 dan SO_2 . Bahan pencemar tersebut umumnya bersifat sangat toksik, mudah bereaksi dan menyebar sesuai arah angin yang dapat mencemari lingkungan (Setiawan, 2017).

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

Kabupaten Muaro Jambi memiliki beberapa industri pengolahan kelapa sawit, antara lain yaitu PT. Kurnia Tunggal Nugraha yang menggunakan boiler berbahan bakar batubara dan PT Sungai Bahar Pasifik Utama yang menggunakan boiler berbahan bakar cangkang. Kapasitas produksi dari kedua perusahaan adalah 45 ton/jam dengan konsentrasi rata-rata emisi gas buang pada tahun 2017 yang dihasilkan oleh PT. Kurnia Tunggal Nugraha yaitu SO_2 sebesar $42,0 \text{ mg/Nm}^3$, NO_2 sebesar $79,1 \text{ mg/Nm}^3$ dan partikulat $144,0 \text{ mg/Nm}^3$. Sedangkan konsentrasi rata-rata emisi gas buang yang dihasilkan pada PT Sungai Bahar Pasifik Utama yaitu SO_2 sebesar $30,3 \text{ mg/Nm}^3$, NO_2 sebesar $77,3 \text{ mg/Nm}^3$ dan partikulat $138,6 \text{ mg/Nm}^3$ (Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jambi, 2017).

Berdasarkan data tersebut terlihat bahwa penggunaan jenis bahan bakar berbeda akan menghasilkan emisi dengan konsentrasi yang berbeda, oleh karena itu diperlukan penelitian untuk mengetahui perbedaan konsentrasi polutan yang dihasilkan dari emisi boiler berbahan bakar batubara dan cangkang kelapa sawit.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan dalam penelitian ini adalah belum diketahuinya tingkat pencemaran emisi gas buang dari kegiatan produksi pada perusahaan yang menggunakan bahan bakar batubara dan cangkang. Oleh karena itu rumusan masalah yang berkaitan dengan penelitian ini adalah bagaimana perbandingan konsentrasi SO₂, NO₂ dan Partikulat pada emisi gas buang untuk industri yang menggunakan bahan bakar batubara dan cangkang.

1.3. Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui perbandingan konsentrasi SO₂, NO₂ dan Partikulat pada emisi gas buang untuk industri yang menggunakan bahan bakar batubara dan cangkang.

1.4. Manfaat Penelitian

1. Menambah referensi mengenai pengaruh gas buang SO₂, NO₂ dan partikulat yang dihasilkan dari boiler berbahan bakar batubara dan cangkang.
2. Sebagai informasi dalam memperkaya khasanah ilmu pengetahuan, utamanya dibidang teknik lingkungan serta dapat menjadi bahan bacaan atau perbandingan bagi peneliti berikutnya.

3. Memberikan informasi kepada industri/perusahaan tentang tingkat cemaran emisi gas buang SO₂, NO₂ dan partikulat dari bahan bakar boiler yang digunakan.

1.5. Ruang Lingkup

1. Pengukuran parameter emisi gas buang berupa SO₂, NO₂, dan Partikulat pada Perusahaan yang bergerak dibidang pengolahan CPO yaitu PT. Kurnia Tunggal Nugraha yang menggunakan bahan bakar batubara dan PT Sungai Bahar Pasifik Utama yang menggunakan bahan bakar cangkang.
2. Pengambilan sampel dilakukan pada cerobong yang diambil pada pagi hari, siang hari, dan sore hari) dalam waktu 24 jam (1 hari) sebanyak 3 kali (minggu ke-1, minggu ke-2 dan minggu ke-3) pengambilan sampel pada masing-masing perusahaan.
3. Titik pengambilan sampel yaitu dilubang hole pada cerobong di masing-masing pabrik tersebut.

1.6. Sistematika Penulisan

Sesuai dengan cara penulisan laporan dalam Tugas Akhir ini penulis membagi menjadi beberapa bab yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini diuraikan tentang latar belakang permasalahan, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dituliskan tentang berbagai hal dan landasan teori yang mendasari keseluruhan proses pembahasan..

BAB III METODE PENELITIAN

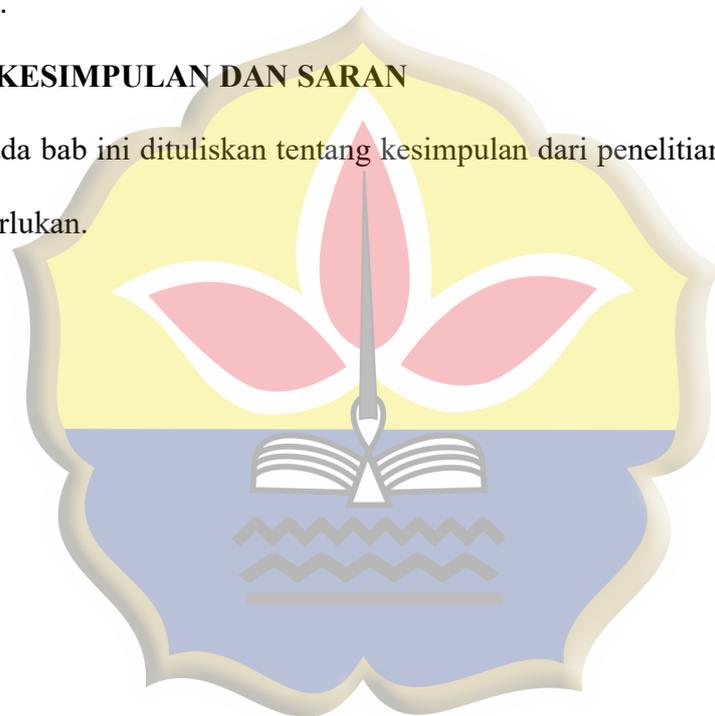
Dalam bab ini berisi metode-metode teknik sampling dan analisa udara emisi serta menjelaskan tentang waktu dan lokasi penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang data hasil penelitian di lapangan dan pembahasan hasil penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini dituliskan tentang kesimpulan dari penelitian dan saran-saran yang diperlukan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kualitas Udara

Udara adalah suatu campuran gas yang terdapat pada lapisan yang mengelilingi bumi. Komposisi campuran gas tersebut tidak selalu konstan dan selalu berubah dari waktu ke waktu. Komponen yang konsentrasinya paling bervariasi adalah air yang berupa uap air dan karbon dioksida. Jumlah air yang terdapat di udara bervariasi tergantung dari cuaca dan suhu (Fardiaz, 1992).

Wallace and Hobbs (1977) dan Barry (1976), menyatakan bahwa udara dalam istilah meteorologi disebut dengan atmosfer. Atmosfir merupakan campuran gas-gas yang tidak bereaksi satu dengan lainnya (innert). Menurut. Atmosfir terdiri dari campuran gas-gas, sehingga sulit untuk dirasa oleh indera manusia kecuali dalam bentuk cairan (uap air) dan padatan (awan dan debu). Lutgens dan Tarbuck (1982) menyatakan bahwa lapisan atmosfer mempunyai ketinggian sekitar 110 km dari permukaan tanah dan bagian terbesar berada di bawah ketinggian 25 km, karena tertahan oleh gaya gravitasi bumi.

Giddings (1973) mengemukakan bahwa atmosfer pada keadaan bersih dan kering akan didominasi oleh 4 gas penyusun atmosfer, yaitu 78,09% N₂; 20,95% O₂; 0,93% Ar; dan 0,032% CO₂; sedangkan gas-gas lainnya sangat kecil konsentrasinya berupa neon (Ne), helium (He), metan (CH₄) dan hydrogen (H₂).

Udara dibedakan menjadi dua yaitu udara emisi dan udara ambien. Udara emisi yaitu udara yang dikeluarkan oleh sumber emisi seperti knalpot kendaraan bermotor dan cerobong gas buang industri. Sedangkan udara ambien adalah udara

bebas di permukaan bumi yang sehari-hari dihirup oleh makhluk hidup (PP No.41 Tahun 1999). Udara ambien adalah udara bebas yang berada di lapisan troposfer. Pada kondisi normal, udara ambien terdiri dari gas nitrogen (78%), oksigen (20%), argon (0,93%) dan gas karbon dioksida (0,03%).

Menurut PP No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, udara ambien adalah udara bebas di permukaan bumi pada lapisan troposfir yang berada di dalam wilayah yurisdiksi Republik Indonesia yang dibutuhkan dan mempengaruhi kesehatan manusia, makhluk hidup, dan unsur lingkungan hidup lainnya. Unsur-unsur berbahaya yang masuk ke dalam atmosfer dapat berupa Karbonmonoksida (CO), Nitrogendioksida (NO₂), Sulfurdioksida (SO₂), Hidrokarbon (HC), dan lain-lain.

Pencemaran udara diartikan sebagai adanya bahan-bahan atau zat-zat asing didalam udara yang menyebabkan perubahan susunan (komposisi) udara dari keadaan normalnya. Kehadiran bahan atau zat asing didalam udara dalam jumlah tertentu serta berada di udara dalam waktu yang cukup lama, akan dapat mengganggu kehidupan manusia, hewan dan tumbuhan. Bila keadaan seperti tersebut terjadi maka udara dikatakan telah tercemar dan kenyamanan hidup akan terganggu (Wardhana, 2001)

Pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia sehingga mutu udara ambien turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya (PERGUB Prop. Jambi No 20, 2007)

Udara ambien adalah udara bebas di permukaan bumi pada lapisan troposfir yang berada didalam wilayah yuridis Provinsi Jambi yang dibutuhkan dan

mempengaruhi kesehatan manusia, makhluk hidup dan unsur lingkungan hidup lainnya (PERGUB Prop. Jambi No 20, 2007)

Pencemaran udara ialah jika udara di atmosfer dicampuri zat atau radiasi yang berpengaruh buruk terhadap organisme hidup (Sastrawijaya, 2009)

Susunan (komposisi) udara bersih dan kering kira-kira tersusun oleh:

- Nitrogen (N₂) 78,09 % volume
- Oksigen (O₂) 21,94 %
- Argon (Ar) 0,93 %
- Karbon Dioksida (CO₂) 0,032 %

Gas-gas lain yang terdapat didalam udara antara lain gas-gas mulia, nitrogen oksida, hydrogen, methane, belerang dioksida, ammonia dan lain-lain. (Wardhana, 2001).

2.2 Baku Mutu

2.2.1. Baku Mutu Emisi

Baku mutu emisi sumber tidak bergerak adalah batas maksimum emisi yang diperbolehkan dimasukkan ke dalam lingkungan. Menurut peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.07 Tahun 2007, nilai baku mutu emisi sumber tidak bergerak untuk gas buang NO₂, SO₂ dan Partikulat adalah sebagai berikut;

Tabel 2.2.1. Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak Bagi Ketel Uap

No	Parameter	Baku Mutu	
		Bahan bakar Batubara	Bahan bakar Cangkang
1	Partikulat	230 mg/Nm ³	300 mg/Nm ³
2	Sulfur Dioksida (SO ₂)	750 mg/Nm ³	600 mg/Nm ³
3	Nitrogen Oksida (NO ₂)	825 mg/Nm ³	800 mg/Nm ³

Sumber : Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.07 Tahun 2007

Catatan:

- Nitrogen Oksida ditentukan sebagai NO_2 .
- Volume Gas dalam keadaan standar ($25\text{ }^\circ\text{C}$ dan tekanan 1 atm).
- Konsentrasi partikulat dikoreksi sebesar 6 % Oksigen.

2.3 Nitrogen Oksida (NO_2)

2.3.1. Karakteristik Gas Nitrogen Oksida (NO_2)

Oksida Nitrogen (NO_2) adalah kelompok gas nitrogen yang terdapat di atmosfer yang terdiri dari nitrogen monoksida (NO) dan nitrogen dioksida (NO_2). Walaupun ada bentuk oksida nitrogen lainnya, tetapi kedua gas tersebut yang paling banyak diketahui sebagai bahan pencemar udara. Nitrogen monoksida merupakan gas yang tidak berwarna dan tidak berbau sebaliknya nitrogen dioksida berwarna coklat kemerahan dan berbau tajam. Nitrogen monoksida terdapat diudara dalam jumlah lebih besar daripada NO_2 . Pembentukan NO dan NO_2 merupakan reaksi antara nitrogen dan oksigen diudara sehingga membentuk NO , yang bereaksi lebih lanjut dengan lebih banyak oksigen membentuk NO_2 .

NO_x adalah sebuah sebutan umum untuk mono-nitrogen oksida NO dan NO_2 (nitrogen monoksida dan nitrogen dioksida). Gas ini dihasilkan dari reaksi antara nitrogen dan oksigen di udara saat pembakaran, terutama pada suhu tinggi. Di tempat-tempat dengan kepadatan lalu lintas yang tinggi, seperti di kota-kota besar, jumlah nitrogen oksida yang dilepaskan ke udara sebagai polusi udara dapat meningkat signifikan. Gas NO_2 terbentuk di semua tempat yang terdapat pembakaran - contohnya dalam mesin. Dalam kimia atmosfer, sebutan NO_2 artinya

adalah total konsentrasi dari NO and NO₂. NO_x bereaksi membentuk asbut dan hujan asam. NO_x juga merupakan senyawa utama pembentuk ozon troposfer.

NO_x merupakan gas yang berbeda dengan dinitrogen oksida (N₂O) yang merupakan gas rumah kaca dan sering digunakan pada oksidator, anestetik, dan zat aditif makanan. NO_y (reaktif, nitrogen ganjil) diartikan sebagai penjumlahan antara NO_x dengan senyawa hasil oksidasi dari NO_x, yang di dalamnya termasuk dengan asam nitrat.

Udara terdiri dari 80% Volume nitrogen dan 20% Volume oksigen. Pada suhu kamar, hanya sedikit kecenderungan nitrogen dan oksigen untuk bereaksi satu sama lainnya. Pada suhu yang lebih tinggi (diatas 1210°C) keduanya dapat bereaksi membentuk NO dalam jumlah banyak sehingga mengakibatkan pencemaran udara. Dalam proses pembakaran, suhu yang digunakan biasanya mencapai 1210 – 1.765 °C, oleh karena itu reaksi ini merupakan sumber NO yang penting. Jadi reaksi pembentukan NO merupakan hasil samping dari proses pembakaran.

Dari sifat kimianya, Nitrogen Oksida di lapisan stratosfer dengan bantuan sinar matahari dapat merusak ozon, sehingga menjadi pengatur utama ozon stratosfer. Kemudian gas NO₂ memiliki dampak 298 kali lebih banyak menyerap panas per satuan berat daripada karbon dioksida sehingga menjadi bagian dari gas rumah kaca. Sedangkan untuk sifat fisiknya, gas Nitrogen Oksida pada suhu kamar tidak berwarna dan tidak mudah terbakar, tetapi pada temperatur tinggi dapat digunakan sebagai *oxidizer* dalam peroketan dan dalam balap motor untuk meningkatkan daya *output* mesin atau menambah tenaga mesin.

Nitrogen oksida *oxidizer* telah menjadi pilihan di beberapa desain roket hibrida (dalam hal ini menggunakan bahan bakar padat dengan cairan atau gas *oxidizer*). *Oxidizer* adalah bahan kimia yang dapat mentransfer oksigen ke substrat tertentu yang dapat menghasilkan ledakan, sintesis kimia dan korosif dengan kandungan bahan kimia antara lain permanganate, chromate, osmium tetroxide, perchlorate (Samiaji, 2012).

2.3.2. Sumber Nitrogen Oksida (NO₂)

Nitrogen dapat berasal dari sumber alamiah maupun antropogenik. Sumber antropogenik utama adalah tanah pertanian, pemakaian pupuk hewan, pengolahan sampah, penggunaan bahan bakar pada sumber bergerak maupun stasioner, produksi asam *adipic* dan produksi asam nitrat. N₂O juga diproduksi secara alamiah dari berbagai sumber biologis di dalam tanah dan air, terutama aktivitas mikroba pada hutan tropis basah. Level emisi N₂O dari sumbernya sangat bervariasi dari suatu negara ke negara lain, atau dari suatu wilayah ke wilayah lain, tergantung dari banyak faktor seperti proses produksi dalam industri dan proses pertanian, teknologi pembakaran, penerapan manajemen buangan dan iklim (Wiwiek, 2012).

Penggunaan pupuk nitrogen sintetis dalam skala besar menghasilkan emisi N₂O yang besar dari tanah pertanian daripada jika menggunakan teknik dengan intensifitas dan penggarapan yang lebih rendah. N₂O bisa timbul dari tanah dan laut yang kekurangan oksigen dengan proses denitrifikasi. Denitrifikasi adalah reduksi nitrat menjadi nitrogen gas dan lepas dari tanah (Armant, 2011 *dalam* Samiaji, 2012). Proses denitrifikasi ini terjadi oleh bakteri anaerob (hidup tanpa O₂). Perkembangan bakteri anaerob ini terjadi pada tempat-tempat yang sedikit atau sama

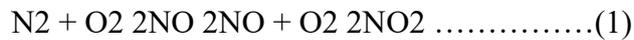
sekali tidak mengandung oksigen. Selain itu gas N_2O diproduksi oleh bakteri nitrifier dengan cara mengoksidasi ammonia untuk menghasilkan energi untuk metabolisme sel bakteri nitrifier tersebut. Bakteri ini bersifat autotrof yakni mampu mensintesis makanannya sendiri yang berupa bahan organik dari bahan-bahan anorganik sederhana dengan bantuan sinar matahari dan zat hijau daun (klorofil). Jadi bakteri ini seperti fitoplankton karena kebutuhan karbonnya berasal dari karbon anorganik seperti CO_2 dan H_2CO_3 . Dari hasil oksidasi ini dihasilkan NO_2^- yang kemudian NO_2^- ini dirubah ke NO , N_2O dan N_2 . Kemudian N_2O dihasilkan juga dengan mekanisme yang melibatkan nitrifikasi heterotroph dan denitrifikasi aerob. Nitrifikasi adalah suatu proses oksidasi enzimatik yakni perubahan senyawa ammonium menjadi senyawa nitrat yang dilakukan oleh bakteri-bakteri tertentu. Heterotroph adalah organisme yang menyusun kembali dan menguraikan bahan-bahan organik kompleks yang telah mati ke dalam senyawa anorganik sederhana atau dengan kata lain kebutuhan karbonnya berasal dari karbon organik seperti karbohidrat, lemak dan protein (Suera, S. 2008).

Organisme aerobik atau aerob adalah organisme yang melakukan metabolisme dengan bantuan oksigen. Aerob, dalam proses dikenal sebagai respirasi sel, menggunakan oksigen untuk mengoksidasi substrat untuk memperoleh energi (Heri, 2010).

2.3.3. Reaksi Kimia Gas Nitrogen dioksida (NO_2)

NO_2 merupakan suatu kelompok gas yang terutama terdiri dari dua komponen utama yaitu gas nitrit oksida (NO) dan nitrogen dioksida (NO_2), serta oksida-oksida nitrogen lainnya yang sangat kecil jumlahnya.

NO merupakan gas yang tidak berwarna dan tidak berbau, sebaliknya NO₂ berwarna coklat kemerahan dan berbau tajam. Secara umum proses pembentukan gas NO_x ini mengikuti persamaan reaksi :

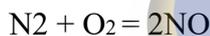


Pada suhu kamar, pembentukan NO yang dihasilkan dari reaksi antara gas oksigen dan gas nitrogen akan berlangsung sangat lambat. Berbeda dengan hal ini, pada temperatur diatas 1200°C, gas oksigen dan gas nitrogen akan bereaksi sangat cepat untuk menghasilkan nitrit oksida.

Emisi *nitrogen oxides* (NO_x) terbentuk dari oksidasi molekul nitrogen yang ada pada proses pembakaran dan bahan bakar, terdiri dari 95% NO dan 5% NO₂. Pembentukan NO_x ini disebabkan oleh tiga kondisi yaitu :

1. Mekanisme Thermal NO_x

NO_x terbentuk dikarenakan nitrogen yang beroksidasi dengan oksigen pada suhu tinggi di dalam ruang bakar, sekitar >1800 °K.

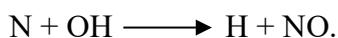


2. Mekanisme Prompt NO_x

NO_x terbentuk dikarenakan molekul nitrogen bereaksi dengan hidrokarbon radikal membentuk hydrogen sianida dan atom nitrogen.

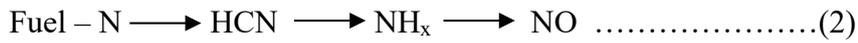


Atom nitrogen bereaksi dengan molekul yang mengandung *hidroxyl* sehingga membentuk NO dan H.



3. Fuel NO_x

Nitrogen yang terkandung dalam bahan bakar dikonversikan menjadi *hydrogen sianida* dan bereaksi dengan NH_x sehingga terbentuk NO_x. Proses ini tergantung pada kandungan yang ada pada bahan bakar.



Penurunan kadar nitrogen dalam bahan bakar akan secara otomatis mengurangi pembentukan emisi NO_x. Karena tidak mudah untuk mengurangi begitu saja nilai nitrogen dalam bahan bakar, karenanya alternatif lain adalah penggunaan bahan bakar metanol yang bebas nitrogen (Septifan, 2010).

2.3.4. Dampak NO₂ Terhadap Kesehatan

Gas nitrogen oksida (NO_x) ada dua macam yaitu gas nitrogen monoksida dan gas nitrogen dioksida. Kedua macam gas tersebut mempunyai sifat yang sangat berbeda dan keduanya sangat berbahaya bagi kesehatan. Udara yang mengandung gas NO dalam batas normal relatif aman dan tidak berbahaya, kecuali bila gas NO berada dalam konsentrasi tinggi.

Sifat racun (toksisitas) gas NO₂ empat kali lebih kuat daripada toksisitas gas NO. Organ tubuh yang paling peka terhadap pencemaran gas NO₂ adalah paru-paru. Paru-paru yang terkontaminasi oleh gas NO₂ akan membengkak sehingga penderita sulit bernafas yang dapat mengakibatkan kematian.

Konsentrasi NO₂ lebih tinggi dari 100 ppm bersifat letal pada hewan percobaan dan 90% dari kematian tersebut disebabkan oleh gejala edema pulmonary. Pemberian sebanyak 5 ppm NO₂ selama 10 menit terhadap manusia mengakibatkan sedikit kesukaran dalam bernafas.

Pencemaran udara oleh gas NO_x juga dapat menyebabkan timbulnya Peroxy Acetil Nitrates (PAN). PAN ini menyebabkan iritasi pada mata yang menyebabkan mata terasa pedih dan berair. Campuran PAN bersama senyawa kimia lainnya yang ada di udara dapat menyebabkan terjadinya kanut foto kimia atau Photo Chemistry Smog yang sangat mengganggu lingkungan.

2.4. Sulfur Dioksida (SO_2)

2.4.1. Karakteristik SO_2

Sulfur yang ada di udara hanya sepertiga yang merupakan hasil aktivitas manusia, dan kebanyakan dalam bentuk SO_2 , sedangkan duapertiga dari jumlah sulfur di udara berasal dari sumber-sumber alam seperti volkano dan terdapat dalam bentuk H_2S dan oksida.

Gas belerang dioksida (SO_2) mempunyai sifat tidak berwarna, tetapi berbau sangat menyengat dan dapat menyesak napas meskipun dalam kadar rendah. Gas ini dihasilkan dari oksidasi atau pembakaran belerang yang terlarut dalam bahan bakar minyak bumi serta dari pembakaran belerang yang terkandung dalam bijih logam yang diproses pada industri pertambangan. Penyebab terbesar berlebihnya kadar oksida belerang di udara adalah pada pembakaran batubara. Gas sulfur dioxide adalah gas yang berbau tajam dan sangat mematikan. Berikut ini adalah sifat-sifat dari gas sulfur dioxide atau SO_2 :

- SO_2 adalah gas tidak berwarna dengan karakteristik membuat iritasi dan berbau tajam/pedas.
- SO_2 : non-flammable
- SO_2 akan terbentuk ketika senyawa yg mengandung sulfur di bakar.
- SO_2 sangat beracun dan mematikan , melalui pernafasan

Sulfur dioksida adalah salah satu unsur dari gas-gas oksida sulfur (SO_x). Gas ini sangat mudah terlarut dalam air, memiliki bau namun tidak berwarna. Sebagaimana O_3 , pencemar sekunder yang terbentuk dari SO_2 , seperti partikel sulfat, dapat berpindah dan terdeposisi jauh dari sumbernya.

SO_2 dan gas-gas oksida sulfur lainnya terbentuk saat terjadi pembakaran bahan bakar fosil yang mengandung sulfur. Sulfur sendiri terdapat dalam hampir semua material mentah yang belum diolah seperti minyak mentah, batubara, dan bijih-bijih yang mengandung metal seperti alumunium, tembaga, seng, timbal dan besi. Di daerah perkotaan, yang menjadi sumber sulfur utama adalah kegiatan pemangkit tenaga listrik, terutama yang menggunakan batubara ataupun minyak diesel sebagai bahan bakarnya, juga gas buang dari kendaraan yang menggunakan diesel dan industri-industri yang menggunakan bahan bakar batubara dan minyak mentah.

Pencemaran oleh sulfur oksida terutama disebabkan oleh dua komponen sulfur bentuk gas yang tidak berwarna, yaitu sulfur dioksida (SO_2) dan Sulfur trioksida (SO_3), dan keduanya disebut sulfur oksida (SO_x). Sulfur dioksida mempunyai karakteristik bau yang tajam dan tidak mudah terbakar diudara, sedangkan sulfur trioksida merupakan komponen yang tidak reaktif.

2.4.2. Sumber Sulfur dioksida (SO_2)

Pencemaran SO_2 diudara terutama berasal dari pemakaian batubara yang digunakan pada kegiatan industri, transportasi, dan lain sebagainya. Belerang dalam batubara berupa mineral besi atau FeS_2 dan dapat pula berbentuk mineral logam sulfida lainnya seperti PbS , HgS , ZnS , CuFeS_2 dan Cu_2S . Pada proses industri besi dan baja (tanur logam) banyak dihasilkan SO_x karena mineral-mineral logam

banyak terikat dalam bentuk sulfida. Pada proses peleburan sulfida logam diubah menjadi oksida logam. Proses ini juga sekaligus menghilangkan belerang dari kandungan logam karena belerang merupakan pengotor logam. Pada suhu tinggi sulfida logam mudah dioksidasi menjadi oksida logam melalui reaksi berikut :



Selain tergantung dari pemecahan batubara yang dipakai sebagai bahan bakar, penyebaran gas SO_2 , ke lingkungan juga tergantung dari keadaan meteorologi dan geografi setempat. Kelembaban udara juga mempengaruhi kecepatan perubahan SO_2 menjadi asam sulfat maupun asam sulfat yang akan berkumpul bersama awan yang akhirnya akan jatuh sebagai hujan asam. Hujan asam inilah yang menyebabkan kerusakan hutan di Eropa (terutama di Jerman) karena banyak industri peleburan besi dan baja yang melibatkan pemakaian batubara maupun minyak bumi di negeri itu.

Meskipun sumber alami (gunung berapi atau panas bumi) mungkin hadir pada beberapa tempat, sumber antropogenik, pembakaran bahan bakar fosil yang mengandung sulfur, mendominasi daerah perkotaan. Ini termasuk :

- Sumber pokok (pembangkit tenaga listrik, pabrik pembakaran, pertambangan dan pengolahan logam)
- Sumber daerah (pemanasan domestik dan distrik)
- Sumber bergerak (mesin diesel).

Pola paparan dan durasi sering menunjukkan perbedaan daerah dan musim yang signifikan, bergantung pada sumber dominan dan distribusi ruang, cuaca dan pola penyebaran. Pada konsentrasi tinggi, dimana berlangsung untuk beberapa hari

selama musim dingin, bulan musim dingin yang stabil ketika penyebaran terbatas, masih terjadi pada banyak bagian dunia dimana batubara digunakan untuk tempat pemanasan. Sumber daerah biasanya mendominasi pada beberapa peristiwa, hasil pada pola homogen konsentrasi dan paparan/pembukaan.

2.4.3. Reaksi Pembentukan SO₂

Mekanisme pembentukan SO₂ dapat dituliskan dalam dua tahap reaksi sebagai berikut :



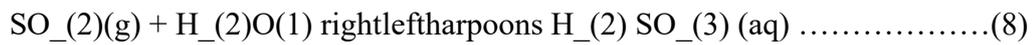
SO₃ di udara dalam bentuk gas hanya mungkin ada jika konsentrasi uap air sangat rendah. Jika uap air terdapat dalam jumlah cukup, SO₃ dan uap air akan segera bergabung membentuk droplet asam sulfat (H₂SO₄) dengan reaksi sebagai berikut :



Komponen yang normal terdapat di udara bukan SO₃ melainkan H₂SO₄. Tetapi jumlah H₂SO₄ di atmosfer lebih banyak dari pada yang dihasilkan dari emisi SO₃. Hal ini menunjukkan bahwa produksi H₂SO₄ juga berasal dari mekanisme lainnya. Setelah berada di atmosfer sebagian SO₂ akan diubah menjadi SO₃ (kemudian menjadi H₂SO₄) oleh proses-proses fotolitik dan katalitik. Jumlah SO₂ yang teroksidasi menjadi SO₃ dipengaruhi oleh beberapa faktor termasuk jumlah air yang tersedia, intensitas, waktu dan distribusi spektrum sinar matahari, jumlah bahan katalik, bahan sorptif dan alkalin yang tersedia. Pada malam hari atau kondisi lembab atau selama hujan SO₂ di udara diabsorpsi oleh droplet air alkalin dan bereaksi pada kecepatan tertentu untuk membentuk sulfat di dalam droplet.

Akibat yang ditimbulkan oleh berlebihnya oksida belerang memang tidak secara langsung dirasakan oleh manusia, akan tetapi menyebabkan terjadinya hujan asam. Proses terjadinya hujan asam dapat dijelaskan dengan reaksi berikut.

1. Pembentukan asam sulfat di udara lembap



2. Gas SO₂ dapat bereaksi dengan oksigen di udara



3. Gas SO₃ mudah larut dalam air, di udara lembap membentuk asam sulfat yang lebih berbahaya daripada SO₂ dan H₂SO₃



Di samping menyebabkan hujan asam, oksida belerang baik SO₂ maupun SO₃ yang terserap ke dalam alat pernapasan masuk ke paru-paru juga akan membentuk asam sulfat dan asam sulfat yang sangat berbahaya bagi kesehatan pernapasan, khususnya paru-paru.

2.4.4. Dampak SO₂ Terhadap Kesehatan

a. Kesehatan

Gas SO₂ telah lama dikenal sebagai gas yang dapat menyebabkan iritasi pada system pernafasan, seperti pada selaput lender hidung, tenggorokan dan saluran udara di paru-paru. Efek kesehatan ini menjadi lebih buruk pada penderita asma. Disamping itu SO₂ terkonversi di udara menjadi pencemar sekunder seperti aerosol sulfat.

Aerosol yang dihasilkan sebagai pencemar sekunder umumnya mempunyai ukuran yang sangat halus sehingga dapat terhisap ke dalam sistem pernafasan bawah. Aerosol sulfat yang masuk ke dalam saluran pernafasan dapat menyebabkan

dampak kesehatan yang lebih berat daripada partikel lainnya karena mempunyai sifat korosif dan karsinogen. Oleh karena gas SO_2 berpotensi untuk menghasilkan aerosol sulfat sebagai pencemar sekunder, kasus peningkatan angka kematian karena kegagalan pernafasan terutama pada orang tua dan anak-anak sering berhubungan dengan konsentrasi SO_2 dan partikulat secara bersamaan (Harrop, 2002).

Dalam bentuk gas, SO_2 dapat menyebabkan iritasi pada paru-paru yang menyebabkan timbulnya kesulitan bernafas, terutama pada kelompok orang yang sensitive seperti orang berpenyakit asma, anak-anak dan lansia. SO_2 juga mampu bereaksi dengan senyawa kimia lain membentuk partikel sulfat yang jika terhirup dapat terakumulasi di paru-paru dan menyebabkan kesulitan bernapas, penyakit pernafasan, dan bahkan kematian (EPA, 2007).

b. Lingkungan

Tingginya kadar SO_2 di udara merupakan salah satu penyebab terjadinya hujan asam. Hujan asam disebabkan oleh belerang (sulfur) yang merupakan pengotor dalam bahan bakar fosil serta nitrogen di udara yang bereaksi dengan oksigen membentuk sulfur dioksida dan nitrogen oksida. Zat-zat ini berdifusi ke atmosfer dan bereaksi dengan air untuk membentuk asam sulfat dan asam nitrat yang mudah larut sehingga jatuh bersama air hujan. Air hujan yang asam tersebut akan meningkatkan kadar keasaman tanah dan air permukaan yang terbukti berbahaya bagi kehidupan ikan dan tanaman.

Kelebihan zat asam pada danau akan mengakibatkan sedikitnya species yang bertahan. Jenis Plankton dan invertebrate merupakan makhluk yang paling pertama mati akibat pengaruh pengasaman. Apa yang terjadi jika didanau memiliki

pH dibawah 5, lebih dari 75 % dari spesies ikan akan hilang (Anonim, 2002). Ini disebabkan oleh pengaruh rantai makanan, yang secara signifikan berdampak pada keberlangsungan suatu ekosistem. Tidak semua danau yang terkena hujan asam akan menjadi pengasaman, dimana telah ditemukan jenis batuan dan tanah yang dapat membantu menetralkan keasaman. Selain menyebabkan hujan asam, SO₂ juga dapat mengurangi jarak pandang karena gas maupun partikel SO₂ mampu menyerap cahaya sehingga menimbulkan kabut.

c. Tanaman

Sulfur dioksida juga berbahaya bagi tanaman. Adanya gas ini pada konsentrasi tinggi dapat membunuh jaringan pada daun. pinggiran daun dan daerah diantara tulang-tulang daun rusak. Secara kronis SO₂ menyebabkan terjadinya khlorosis. Kerusakan tanaman ini akan diperparah dengan kenaikan kelembaban udara. SO₂ diudara akan berubah menjadi asam sulfat. Oleh karena itu, didaerah dengan adanya pencemaran oleh SO₂ yang cukup tinggi, tanaman akan rusak oleh aerosol asam sulfat.

Kadar SO₂ yang tinggi di hutan menyebabkan noda putih atau coklat pada permukaan daun, jika hal ini terjadi dalam jangka waktu yang lama akan menyebabkan kematian tumbuhan tersebut. Menurut Soemarmoto (1992), dari analisis daun yang terkena deposisi asam menunjukkan kadar magnesium yang rendah. Sedangkan magnesium merupakan salah satu nutrisi assensial bagi tanaman. Kekurangan magnesium disebabkan oleh pencucian magnesium dari tanah karena pH yang rendah dan kerusakan daun meyebabkan pencucian magnesium di daun.

Pada dasarnya ekosistem darat tumbuhan mudah terpengaruh. Perbedaan dalam kerentanan pada berbagai spesies tanaman yang berbeda telah didokumentasi dengan baik. Hal ini konsisten dengan adanya beragam spesies tanaman dari pusat kota dan daerah industri, sedangkan spesies yang samadekat dengan daerah perbatasan. Kerentanan selalu mencerminkan perbedandalam faktor genetik, umur, atau keadaan fisiologis. Tidak hanya adanyaperbedaan antara spesies tetapi seringkali terdapat keragaman antara genotiftanaman. Dalam sejumlah kasus terjadi seleksi genetik didalam beberapa komunitas tanaman alamiah terhadap daya tahan pencemaran atmosfer. Pengaruh sulfur dioksida dan presipitasi asam paling nyata dan buruk dalam ekosistem hutan yang berbatasan dengan peleburan atau beberapa sumber pusat pencemaran lainnya. Sejalan dengan penelitian lainnya, spesies lumut bertambah dan diversivitas meningkat dengan meningkatnya jarak dari gedung dibandingkan dengan sisi arus angin naik. Jenis pepohonan tertentu, sweet birch dan pinus putih, diketahui paling rentan terhadap pencemaran atmosfer.

d. Hewan

The National Academy Of Sciences (1978) juga menyimpulkan pengaruh pH terhadap ikan. Di Norwegia presipitasi asam juga mempunyai pengaruh terhadap perikanan komersial. Wright, dkk (1977) melaporkan bahwa penurunan penangkapan ikan salmon di sungai-sungai selama seratus tahun yang lalu, disebabkan oleh penurunan pH yang tetap.

Dengan penurunannya pH terjadi serangkaian perubahan kimiawi yang menyebabkan penurunan laju daur zat makanan dalam sistem perairan. Dengan demikian, terdapat penurunan jumlah bahan organik dalam suatu daerah dansuatu

pergeseran keadaan oligotropik didanau. Perubahan ekologis mengikuti pengaruh umum zat toksik terhadap ekosistem.

Sebagaimana tumbuhan, hewan juga memiliki ambang toleransi terhadap hujan asam. Spesies hewan tanah yang mikroskopis akan langsung mati saat pH tanah meningkat karena sifat hewan mikroskopis adalah sangat spesifik dan rentan terhadap perubahan lingkungan yang ekstrim. Spesies hewan yang lain juga akan terancam karena jumlah produsen (tumbuhan) semakin sedikit. Berbagai penyakit juga akan terjadi pada hewan karena kulitnya terkena air dengan keasaman tinggi. Hal ini jelas akan menyebabkan kepunahan spesies.

e. Material

Kerusakan oleh pencemaran SO_2 juga dialami oleh bangunan yang bahannya seperti batu kapur, batu pualam, dolomit akan dirusak oleh SO_2 dari udara. Efek dari kerusakan ini akan tampak pada penampilannya, integritas struktur, dan umur dari gedung tersebut. Ancaman serius juga dapat terjadi pada bangunan tua serta monument termasuk candi dan patung. Hujan asam dapat merusak batuan sebab akan melarutkan kalsium karbonat, meninggalkan kristal pada batuan yang telah menguap. Seperti halnya sifat kristal semakin banyak akan merusak batuan.

2.5. Partikulat

2.5.1. Karakteristik Partikulat

Partikulat adalah bentuk dari padatan atau cairan dengan ukuran molekul tunggal yang lebih besar dari $0.002 \mu\text{m}$ tetapi lebih kecil dari $500 \mu\text{m}$ yang tersuspensi di atmosfer dalam keadaan normal. Partikulat dapat berupa asap, debu dan uap yang dapat tinggal di atmosfer dalam waktu yang lama. Partikulat

merupakan jenis pencemar yang bisa bersifat primer ataupun sekunder tergantung dari aerosolnya. Partikulat terdiri dari beberapa jenis berdasarkan distribusi partikelnya, antara lain:

1. PM_{2.5} (2.5 μm)
2. PM₁₀ (10 μm)
3. PM₁₀₀ / TSP (Total Suspended Particulate) ($\leq 100 \mu\text{m}$)

Sifat kimia masing-masing partikulat berbeda-beda, akan tetapi secara fisik ukuran partikulat berkisar antara 0,0002 – 500 mikron. Pada kisaran tersebut partikulat mempunyai umur dalam bentuk tersuspensi di udara antara beberapa detik sampai beberapa bulan. Umur partikulat tersebut dipengaruhi oleh kecepatan pengendapan yang ditentukan dari ukuran dan densitas partikulat serta aliran (turbulensi) udara. Secara umum kenaikan diameter akan meningkatkan kecepatan pengendapan, dari hasil studi (Stoker dan Seager, 1972) menunjukkan bahwa kenaikan diameter sebanyak 10.000 akan menyebabkan kecepatan pengendapan sebesar 6 juta kalinya.

Partikulat yang berukuran 2 – 40 mikron (tergantung densitasnya) tidak bertahan terus di udara dan akan segera mengendap. Partikulat yang tersuspensi secara permanen di udara juga mempunyai kecepatan pengendapan, tetapi partikulat-partikulat tersebut tetap di udara karena gerakan udara.

Sifat partikulat lainnya yang penting adalah kemampuannya sebagai tempat absorpsi (sorpsi secara fisik) atau kimisorpsi (sorpsi disertai dengan interaksi kimia). Sifat ini merupakan fungsi dari luas permukaan. Jika molekul terosorpsi tersebut larut di dalam partikulat, maka keadaannya disebut absorpsi.

Jenis sorpsi tersebut sangat menentukan tingkat bahaya dari partikulat. Sifat partikulat lainnya adalah sifat optiknya.

Partikulat yang mempunyai diameter kurang dari 0,1 mikron berukuran sedemikian kecilnya dibandingkan dengan panjang gelombang sinar sehingga partikulat-partikulat tersebut mempengaruhi sinar seperti halnya molekul-molekul dan menyebabkan refraksi. Partikulat yang berukuran lebih besar dari 1 mikron ukurannya jauh lebih besar dari panjang gelombang sinar tampak dan merupakan objek makroskopik yang menyebarkan sinar sesuai dengan penampang melintang partikulat tersebut. Sifat optik ini penting dalam menentukan pengaruh partikulat atmosfer terhadap radiasi dan visibilitas solar energy.

2.5.2. Sumber Partikulat

Secara alamiah, partikulat dapat dihasilkan dari debu tanah kering yang terbawa oleh angin, proses vulkanis yang berasal dari letusan gunung berapi, uap air laut. Partikulat juga dihasilkan dari pembakaran yang tidak sempurna dari bahan bakar yang mengandung senyawa karbon murni atau bercampur dengan gas-gas organik, seperti halnya penggunaan mesin diesel yang tidak terpelihara dengan baik dan pembakaran batubara yang tidak sempurna sehingga terbentuk aerosol kompleks dari butir-butiran tar. Jika dibandingkan dengan pembakaran batubara, pembakaran minyak dan gas pada umumnya menghasilkan partikulat dalam jumlah yang lebih sedikit. Emisi partikulat tergantung pada aktivitas manusia, terutama dari pembakaran bahan bakar fosil, seperti transportasi kendaraan bermotor, industri berupa proses (penggilingan dan penyemprotan) dan bahan bakar industri, dan sumber-sumber non industri, misalnya pembakaran sampah baik domestik ataupun komersial. (Yusra, 2010).

Sebagian besar partikel terbentuk di atmosfer sebagai akibat dari reaksi kompleks bahan kimia seperti sulfur dioksida dan nitrogen oksida, dimana polutan pencemar berupa SO_2 dan NO itu sendiri dihasilkan dari pembangkit listrik, industri dan mobil.

Adanya 3 komponen emisi yang membentuk materi partikulat di udara diantaranya NO_x yang sebagian besar berasal dari kendaraan, SO_2 dari pembangkit listrik serta kegiatan industri dan ammonia (NH_3) dari aktivitas agrikultural. Sinar matahari dan reaksi kimia di atmosfer mengubah emisi tersebut menjadi spesi kimia yang baru, dimana kombinasi tersebut membentuk partikel kecil yang dikenal dengan $\text{PM}_{2,5}$.

2.5.3. Dampak Partikulat Terhadap Kesehatan

Keberadaan partikulat di udara secara potensial menyebabkan kerugian, seperti pada kesehatan paru-paru dan dapat mereduksi jarak penglihatan (visibilitas). Besarnya efek yang ditimbulkan oleh partikulat bergantung pada besar kecilnya ukuran partikulat, konsentrasi, dan komposisi fisik-kimia di udara. Partikulat dapat memberikan efek berbahaya terhadap kesehatan manusia melalui mekanisme sebagai berikut.

- Partikulat bersifat toksik karena sifat fisik atau kimianya
- Partikulat bersifat inert (tidak bereaksi) tetapi jika tertinggal di dalam saluran pernafasan dapat mengganggu pembersihan bahan-bahan lain yang berbahaya

- Partikulat membawa substansi toksik / gas-gas berbahaya melalui absorpsi, sehingga molekul-molekul gas tersebut dapat mencapai dan tertinggal di bagian paru-paru yang sensitif.

Polutan partikulat masuk ke dalam tubuh manusia terutama melalui sistem pernapasan, oleh karena itu pengaruh yang merugikan langsung terutama terjadi pada sistem pernafasan. Faktor yang paling berpengaruh terhadap sistem pernafasan terutama adalah ukuran partikulat, karena ukuran partikulat yang menentukan seberapa jauh penetrasi partikulat ke dalam sistem pernafasan.

2.6.Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Pencemaran

Kondisi iklim yang tropis mempengaruhi persebaran polutan di udara. Pencemaran yang diemisikan dari setiap sumber yang ada akan tersebar di atmosfer melalui proses dispersi, difusi, transformasi kimiawi dan pengenceran. Faktor tersebut antara lain adalah (Suryani, dkk 2010):

- a. Proses transformasi fotokimia, transformasi fotokimia adalah proses reaksi kimia yang mengubah gas-gas yang diemisikan oleh kendaraan bermotor menjadi zat polutan yang membahayakan. Reaksi fotokimia adalah serangkaian reaksi yang kompleks yang terjadi di atmosfer dengan bantuan sinar matahari.
- b. Sinar matahari dapat mempengaruhi Konsentrasi bahan pencemar di udara karena dengan adanya sinar matahari tersebut maka beberapa pencemar udara dapat dipercepat atau diperlambat reaksinya dengan zat-zat lain di udara sehingga konsentrasinya dapat berbeda menurut banyaknya sinar matahari yang menyinari bumi. Demikian juga

banyaknya panas matahari yang sampai ke bumi dapat mempengaruhi konsentrasi pencemar di udara.

c. Kondisi stabilitas atmosfer, pada siang hari radiasi matahari yang tinggi pada permukaan bumi akan memanaskan lapisan udara di atasnya. Lapisan udara yang lebih hangat massa jenisnya lebih kecil dibandingkan dengan lapisan udara di atasnya yang temperaturnya lebih rendah. Sehingga hal ini menimbulkan pergerakan udara ke atas secara vertikal.

d. Pada kondisi siang hari udara bersifat tidak stabil, pergerakan udara cukup tinggi. Ketidakstabilan atmosfer ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan pada pagi hari, karena pada pagi hari radiasi matahari tidak setinggi siang hari. Oleh karena itu pada siang hari tingkat penyebaran polutan lebih tinggi dibandingkan pada pagi hari. Hal ini menyebabkan konsentrasi polutan pada pagi hari lebih tinggi dibandingkan pada siang hari.

e. Suhu Udara

Suhu udara dapat mempengaruhi konsentrasi bahan pencemar di udara sesuai dengan cuaca tertentu. Suhu udara yang tinggi menyebabkan udara makin renggang sehingga konsentrasi bahan pencemar menjadi makin rendah. Sebaliknya pada suhu yang dingin keadaan udara makin padat sehingga konsentrasi pencemar di udara makin tinggi.

f. Kelembaban

Kelembaban udara juga mempengaruhi konsentrasi pencemar di udara. Pada kelembaban yang tinggi maka konsentrasi uap air di udara dapat bereaksi dengan pencemar di udara, menjadi zat lain yang tidak berbahaya atau menjadi pencemar sekunder.

g. Tekanan udara

Tekanan udara tertentu dapat mempercepat atau menghambat terjadinya suatu reaksi kimia antara pencemar dengan zat pencemar atau zat-zat yang ada di udara, sehingga pencemar udara dapat bertambah atau berkurang.

h. Angin

Keadaan awan dapat mempengaruhi keadaan cuaca udara, termasuk juga banyaknya sinar matahari yang menyinari bumi. Kedua hal ini dapat mempengaruhi reaksi kimia pencemar udara dengan zat-zat yang ada di udara.

i. Curah Hujan

Hujan merupakan suatu partikel air di udara yang bergerak dari atas jatuh ke bumi. Dengan adanya hujan maka bahan pencemar berupa gas tertentu dapat diserap ke dalam partikel air. Begitu pula partikel debu baik yang inert maupun partikel debu yang lain dapat ditangkap dan menempel pada partikel air dan dibawa jatuh ke bumi. Dengan demikian bahan pencemar dalam bentuk partikel dapat berkurang akibat jatuhnya hujan (Dirjen PPM dan PLP, 2008).

2.7. Sumber Pencemar

Sumber pencemaran udara dapat berupa kegiatan yang bersifat alami (natural) dan akibat aktivitas manusia (kegiatan antropogenik) (Moestikahadi Soedomo, 2003).

2.7.1. Sumber Alami

Sumber pencemar udara alamiah merupakan sumber pencemar yang berasal dari proses alam tanpa adanya campur tangan manusia. Contoh sumber alami

adalah letusan gunung berapi, kebakaran hutan, dekomposisi biotik, debu dan spora tumbuhan. Letusan gunung berapi mengeluarkan beberapa gas yang melimpah diantaranya H_2O , CO_2 , H_2S , SO_2 , CO , HF , dan He . SO_2 merupakan pencemar udara utama yang berpengaruh pada kesehatan dan menyebabkan anomali cuaca.

Proses kebakaran alami bisa terjadi karena sambaran petir, benturan longsoran batu, singkapan batubara, dan tumpukan srasahan. Beberapa polutan hasil pembakaran hutan yang dapat mencemari udara adalah hidrokarbon, CO , karbon dioksida, senyawa sulfur oksida, senyawa nitrogen oksida, dan nitrogen dioksida. Selain itu, dihasilkan juga polutan berbentuk partikel yaitu asap (Soeriaatmadja, 1997).

2.7.2. Sumber Antropogenik

Sumber cemaran dari aktivitas manusia (antropogenik) adalah setiap kendaraan bermotor, fasilitas, pabrik, instalasi atau aktivitas yang mengemisikan cemaran udara primer ke atmosfer. Sumber antropogenik terbagi menjadi sumber bergerak dan tidak bergerak.

Sumber bergerak adalah sumber emisi yang bergerak atau tidak tetap pada suatu tempat yang berasal dari kendaraan bermotor. Sumber tidak bergerak adalah sumber emisi yang tetap pada suatu tempat. Tingkat dan laju pengemisian serta jenis pencemar dari sumber statis sangat bergantung dari proses produksi yang ada dalam industri. Contoh sumber statis adalah cerobong asap, atau tangki penyimpanan yang memancarkan zat pencemar udara.

Sumber antropogenik juga dapat digolongkan berdasarkan aktifitas penghasil pencemaran, seperti;

- Transportasi

Dominasi pencemar meliputi CO, NO_x, Partikulat, HC dan Pb.

- Pembangkit listrik.

Emisi bergantung pada jenis bahan bakar yang digunakan, seperti SO₂ (batubara), NO_x, Partikulat (batubara), CO, HC (gas alam).

- Pengelolaan persampahan

Emisi timbul sebagai akibat pembakaran dan dekomposisi dalam tanah seperti NO_x, CO, CH₄ senyawa organik kompleks lain (misalnya dioksin).

- Aktivitas rumah tangga

Emisi timbul sebagai akibat dari pemanfaatan bahan bakar minyak tanah dan gas alam seperti CO, NO_x, HC dan Partikulat.

- Industri

Emisi yang dihasilkan sangat bergantung dari jenis industrinya. Emisi pencemar spesifik berupa Klor, Aluminium, dan Ammonia. Emisi pencemar akibat proses konversi energy : CO, NO_x, Partikulat, HC dan CO₂.

2.7.3. Bahan Pencemar Udara

Bahan pencemar udara atau polutan dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu;

1. Polutan Primer

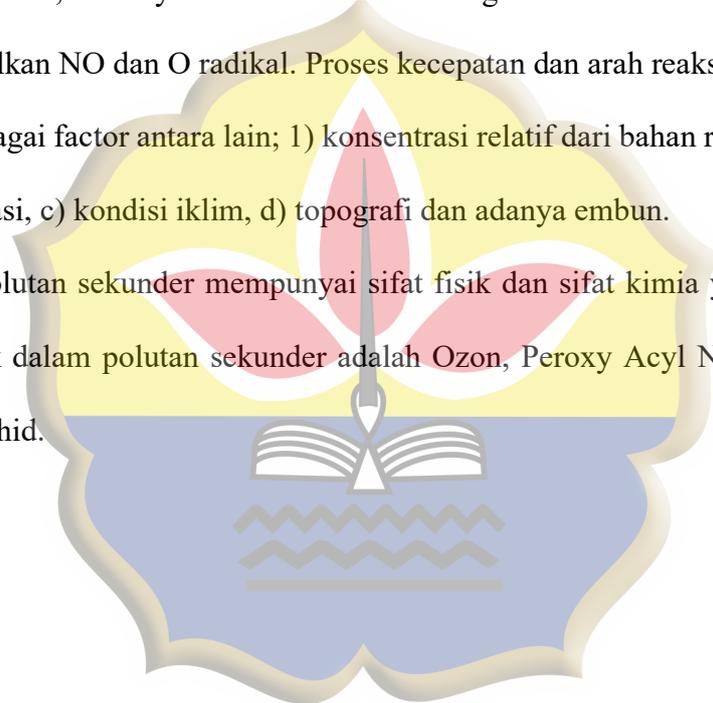
Polutan primer adalah polutan yang dikeluarkan langsung dari sumber tertentu dan dapat berupa polutan gas dan partikel. Polutan gas terdiri dari 1) senyawa karbon, yaitu hidrokarbon teroksidasi dan karbondioksida, 2) senyawa sulfur yaitu sulfur oksida, 3) senyawa nitrogen yaitu nitrogen oksida dan amoniak, 4) senyawa halogen yaitu flour klorin, hydrogen klorida, hidrokarbon terklorinasi dan bromin.

Partikel yang terdapat di atmosfer mempunyai karakteristik yang spesifik, dapat berupa zat padat maupun suspensi aerosol cair di atmosfer. Bahan partikel tersebut dapat berasal dari proses kondensasi, proses dispersi maupun proses erosi bahan tertentu. Asap seringkali digunakan untuk menunjukkan campuran bahan partikulat (particulate matter), uap (fumes), gas, dan kabut (mist).

2. Polutan Sekunder

Polutan sekunder biasanya terjadi karena reaksi dari dua atau lebih bahan kimia di udara, misalnya reaksi foto kimia. Sebagai contoh adalah disosiasi NO_2 yang menghasilkan NO dan O radikal. Proses kecepatan dan arah reaksinya dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain; 1) konsentrasi relatif dari bahan reaktan, b) derajat fotoaktivasi, c) kondisi iklim, d) topografi dan adanya embun.

Polutan sekunder mempunyai sifat fisik dan sifat kimia yang tidak stabil. Termasuk dalam polutan sekunder adalah Ozon, Peroxy Acyl Nitrat (PAN), dan Formaldehid.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Kabupaten Muaro Jambi. Sampling kualitas udara emisi dalam penelitian ini dilakukan pada dua perusahaan berbeda, masing-masing menggunakan bahan bakar batubara dan cangkang. Perusahaan yang akan dijadikan sebagai sampel yaitu ;

1. PT. Kurnia Tunggal Nugraha adalah perusahaan yang menggunakan bahan bakar batubara. Perusahaan ini berlokasi di Desa Talang Duku, Kecamatan Taman Rajo Kabupaten Muaro Jambi. Dengan titik koordinat yaitu :

$$S = 01^{\circ} 31' 24,99''$$

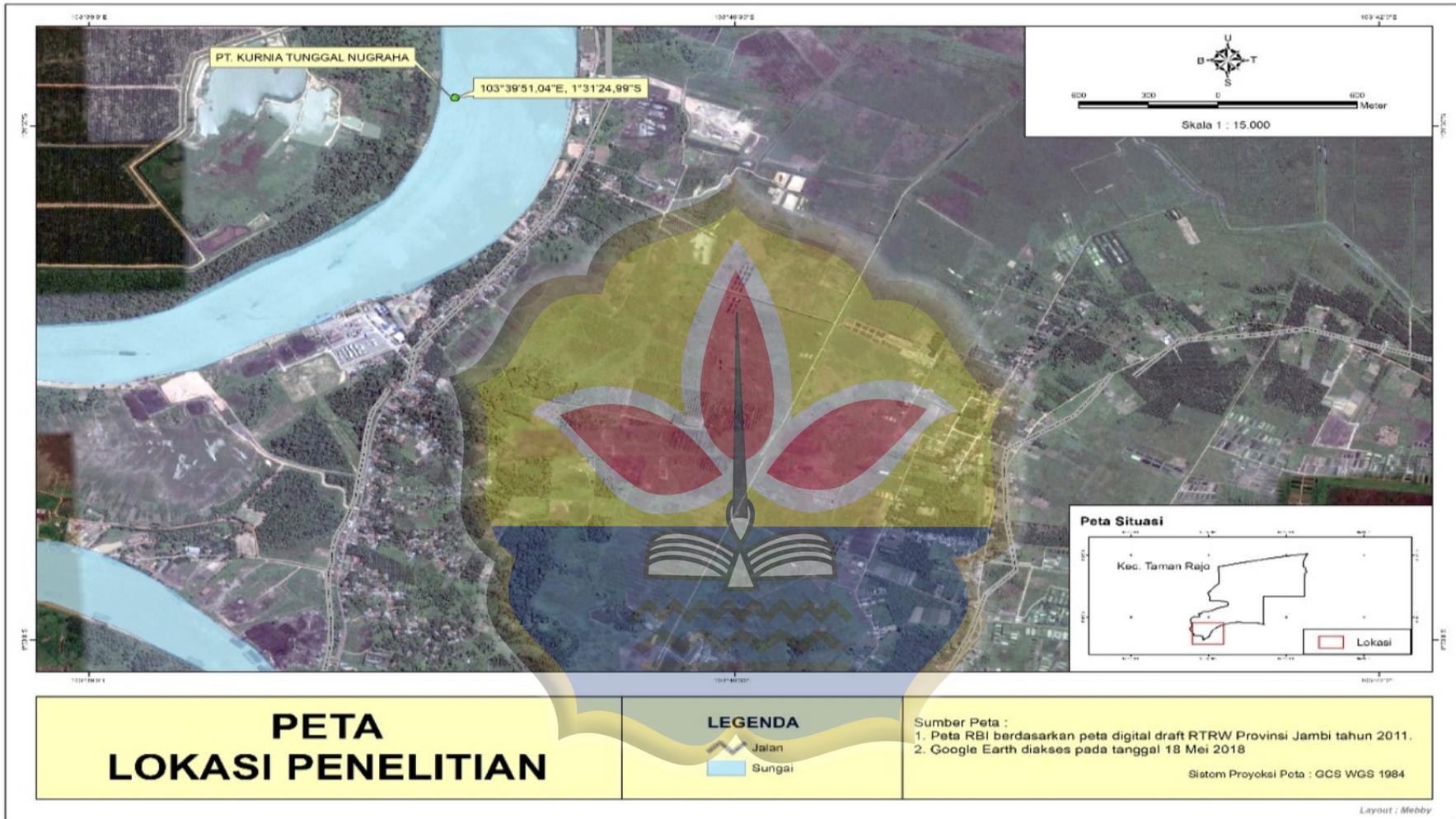
$$E = 103^{\circ} 39' 51,04''$$

2. PT Sungai Bahar Pasifik Utama adalah perusahaan yang menggunakan bahan bakar Cangkang kelapa sawit, yang berlokasi di Desa Niaso Kecamatan Marosebo Kabupaten Muaro Jambi. Dengan titik koordinat yaitu :

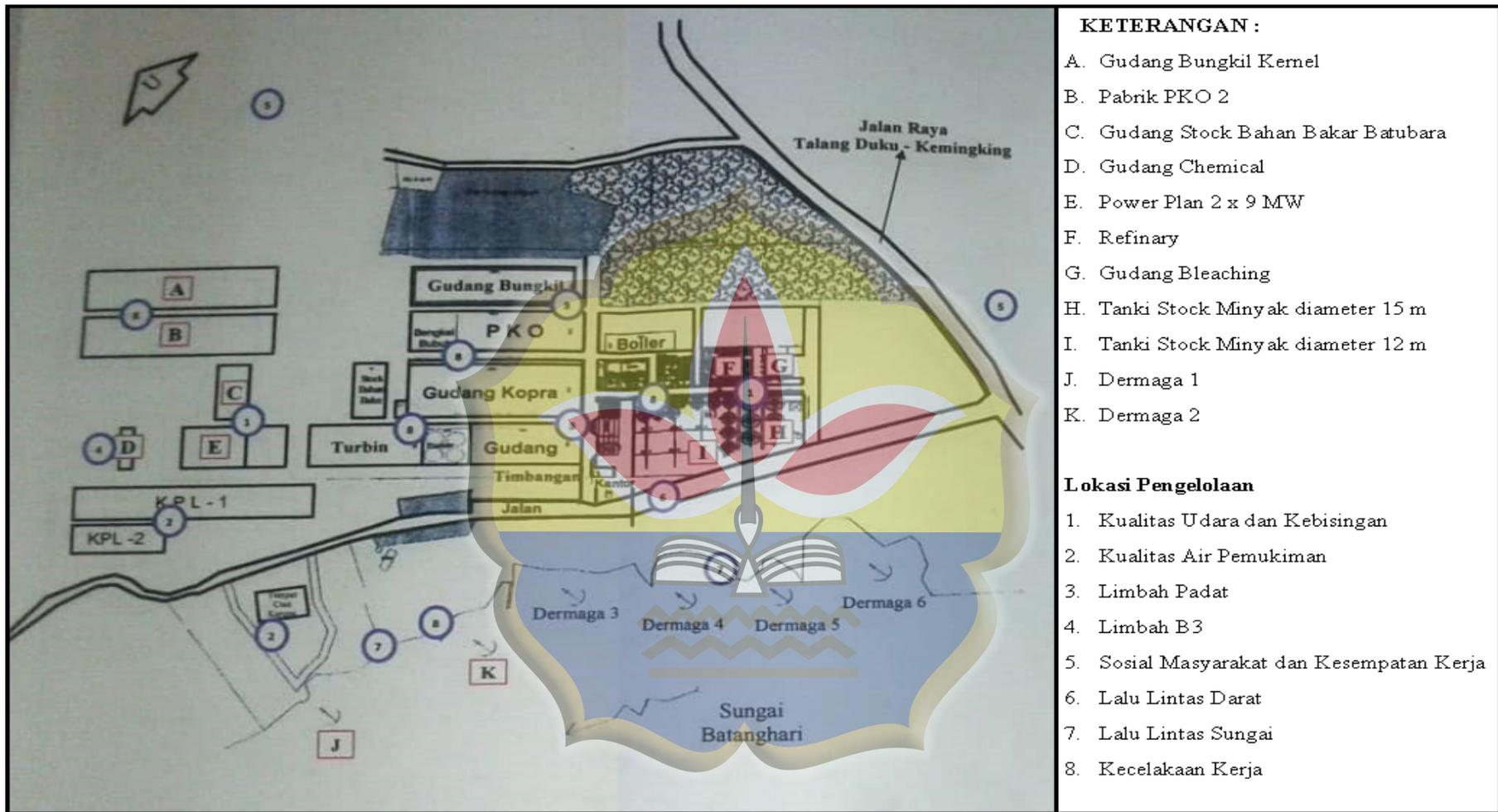
$$S = 01^{\circ} 32' 15,79''$$

$$E = 103^{\circ} 37' 52,55''$$

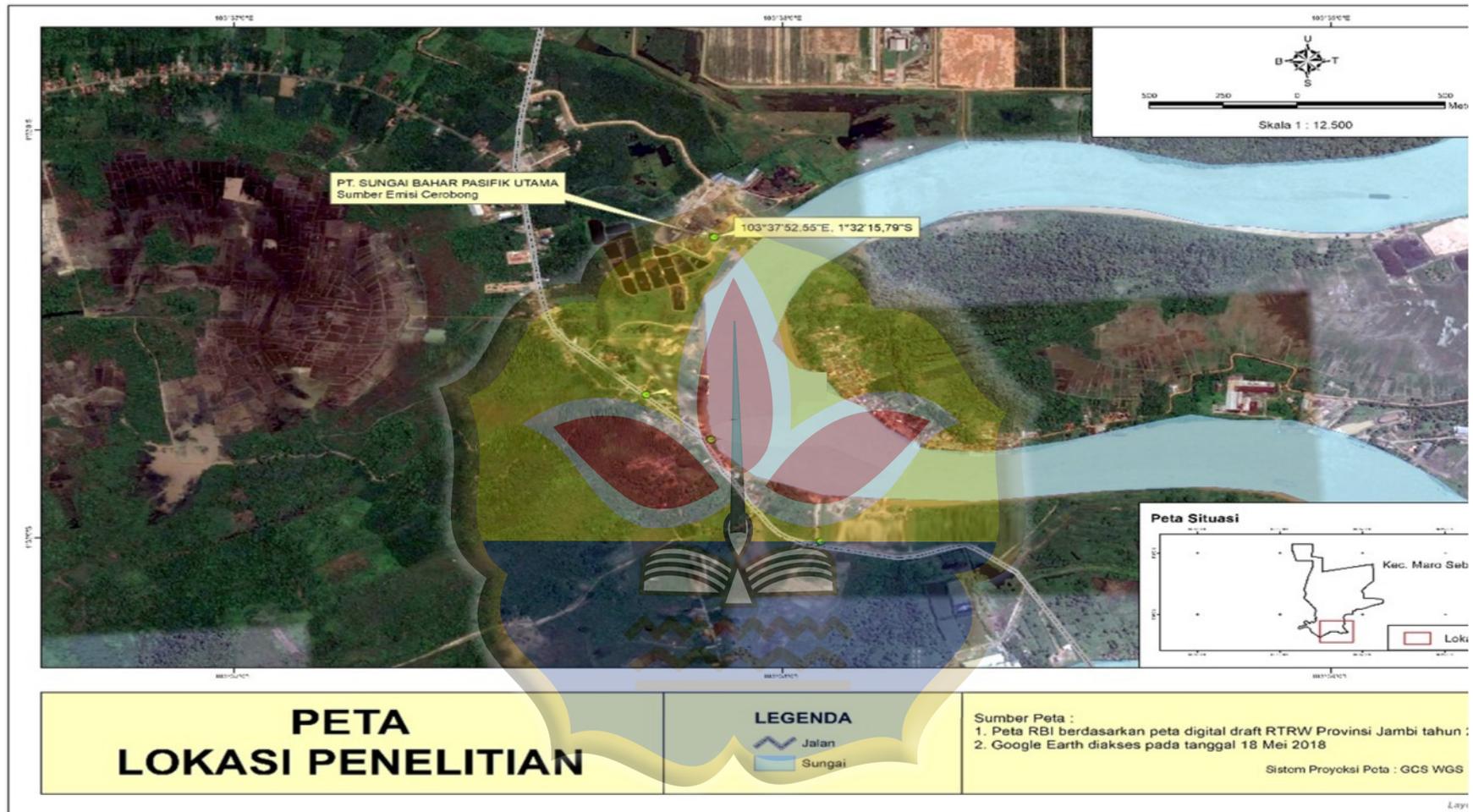
Kegiatan penelitian dilakukan pada bulan Mei – Juni 2018. Lokasi sampling secara umum berada dalam wilayah Kabupaten Muaro Jambi, yaitu di Desa Talang Duku dan Desa Niaso. Peta lokasi penelitian ditampilkan pada Gambar 3.1 dan 3.2.



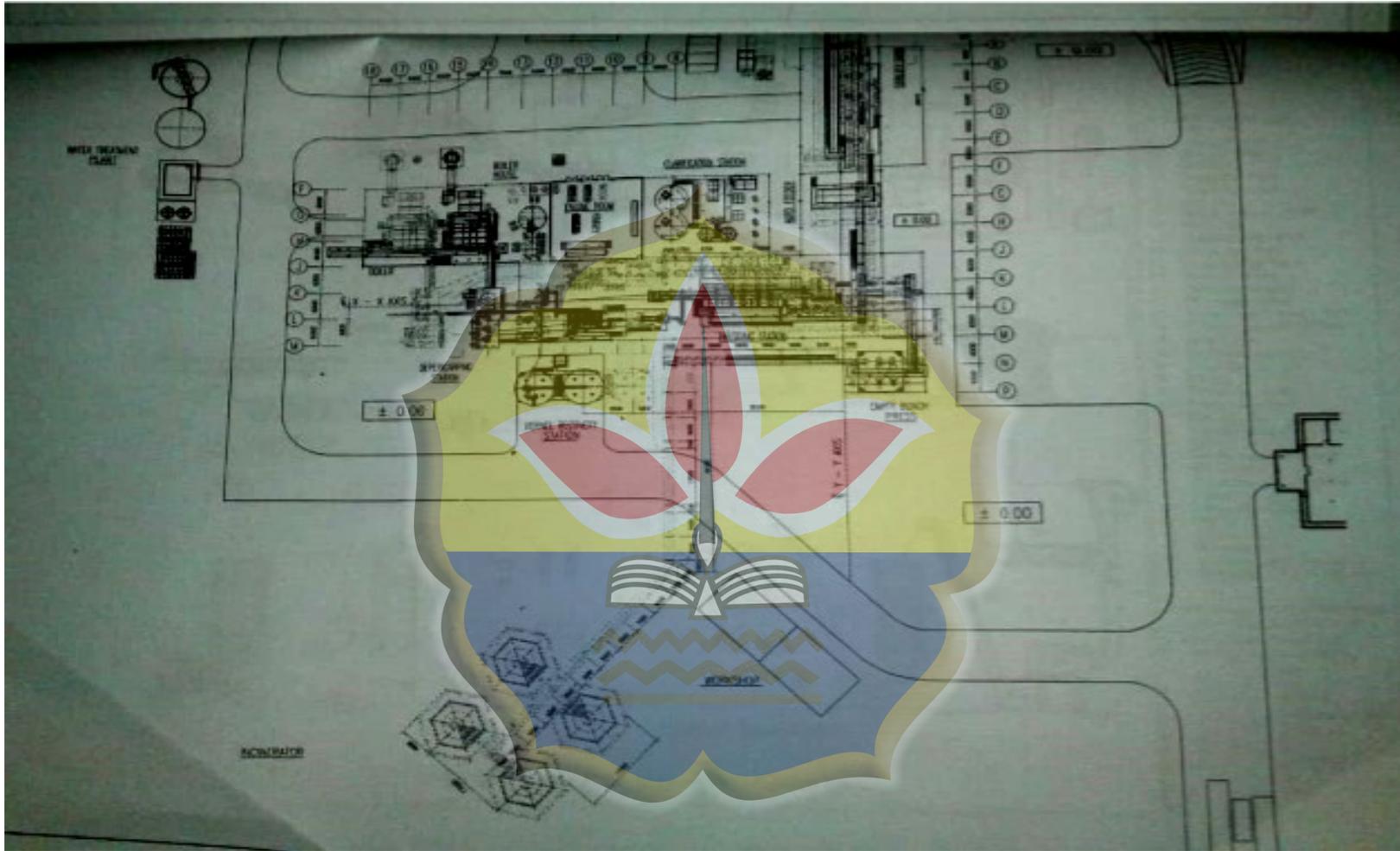
Gambar 3.1. Peta Lokasi PT. Kurnia Tunggal Nugraha



Gambar 3.2. Denah Lokasi Penelitian di PT. Kurnia Tunggal Nugraha



Gambar 3.3. Peta Lokasi Penelitian di PT. Sungai Bahar Pasifik Utama



Gambar 3.4. Denah Lokasi Penelitian di PT. Sungai Bahar Pasifik Utama

3.2 Gambaran Umum Daerah Penelitian

Perusahaan PT. Kurnia Tunggal Nugraha dan PT Sungai Bahar Pasifik Utama, berada dalam wilayah Kabupaten Muaro Jambi. Kabupaten Muaro Jambi mengalami peningkatan pertumbuhan penduduk seiring dengan peningkatan pertumbuhan sosial ekonomi masyarakat. Kedua lokasi perusahaan merupakan daerah pemukiman, perdagangan, pendidikan dan tempat ibadah, sehingga aktifitas ketiga perusahaan tersebut dapat menimbulkan gangguan pencemaran udara.

3.2.1 Batas Geografis

Secara Geografis Kabupaten Muaro Jambi terletak diantara $1^{\circ} 15' - 2^{\circ} 20'$ Lintang Selatan dan diantara $103^{\circ} 10' - 104^{\circ} 20'$ Bujur Timur. Dengan Luas Wilayah 5.264 km^2 . Batas-batas wilayah Kabupaten Muaro Jambi adalah ;

Sebelah Utara : Kabupaten Tanjung Jabung Timur

Sebelah Barat : Kabupaten Batang Hari dan Kabupaten Tanjung Jabung Barat

Sebelah Selatan : Provinsi Sumatera Selatan

Sebelah Timur : Kabupaten Tanjung Jabung timur

Sebagian besar wilayah dataran di Kabupaten Muaro Jambi berada pada ketinggian 10-100 meter di atas permukaan laut (74,95%) dan hanya sebagian kecil (25,05%) yang berada kurang dari 10 meter di atas permukaan laut dan dapat disimpulkan bahwa Kabupaten Muaro Jambi merupakan daerah dataran rendah.

3.2.3 Iklim

Wilayah Propinsi Jambi secara umum beriklim tropis, yang dipengaruhi oleh musim yaitu musim kemarau sekitar bulan April – September dan musim hujan sekitar bulan November – Pebruari.

3.3 Data Penelitian

Data yang diambil dalam penelitian ini adalah data kuantitatif, meliputi data primer dan data sekunder

3.3.1 Data Primer

Data primer berupa hasil pengukuran konsentrasi SO_2 , NO_2 dan partikulat dari cerobong pada perusahaan PT. Kurnia Tunggal Nugraha dan PT Sungai Bahar Pasifik Utama yang berada dalam wilayah Kabupaten Muaro Jambi.

3.3.2 Data Sekunder

- a. Data sekunder berupa data meteorologi diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Stasiun Meteorologi Klas I Sultan Thaha Jambi.
- b. Peta Wilayah
- c. Kondisi Geografis
- d. Ketinggian dan diameter Boiler
- e. Kapasitas Produksi

3.4 Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data melalui ;

3.4.1 Metode Observasi

Yaitu melakukan pengukuran terhadap konsentrasi gas SO_2 , NO_2 dan partikulat yang dikeluarkan dari cerobong.

3.4.2 Sampling Kualitas Udara

a. Lokasi Sampling Emisi Gas Buang (Cerobong)

Pemilihan lokasi dilaksanakan pada PT. Kurnia Tunggal Nugraha yang berlokasi di Desa Talang Duku, Kabupaten Muaro Jambi. Dengan titik koordinat untuk sumber emisi yaitu $S = 010\ 31' 24,99''$ $E = 1030\ 39' 51,04''$ dan PT Sungai

Bahar Pasifik Utama yang berlokasi di Desa Niaso Kecamatan Marosebo, Kabupaten Muaro Jambi. Dengan titik koordinat untuk sumber emisi yaitu : S = 1⁰ 32' 15,79" E = 103⁰ 37' 52,55".

b. Waktu Pengambilan Sampel

Waktu pengambilan sampel dalam penelitian ini yaitu pada pagi (jam 6.00 – 08.00 wib, siang (jam 12.00 – 14.00 wib) dan sore hari (Jam 16 .00 – 18.00 wib) dengan parameter yaitu SO₂, NO₂ dan partikulat. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 3 kali dalam 1 hari dalam 1 minggu dengan kurun waktu selama 3 minggu.

3.5 Metode pengambilan sampel

Metoda yang digunakan untuk setiap parameter adalah sebagai berikut :

1. SO₂, NO₂ diukur dengan metode turbidimetri menggunakan alat spektrofotometer menurut SNI 19-7117.3.1-2005 untuk parameter SO₂, dan SNI 19-7117.5-2005 untuk parameter NO₂.
2. Partikulat : dihisap dan disaring dengan *filter microfiber thimbles*, kemudian kadarnya ditentukan dengan metoda gravimetric menurut SNI 19-7117.12.2005.

3.6 Pengambilan Sampel Udara Emisi

Peralatan yang digunakan saat pengukuran dalam melakukan pengukuran udara Emisi dipergunakan peralatan sebagai berikut :

1. Alat sampling udara emisi yaitu Stack Gas Sampler model EG – 05C. Untuk mengukur gas NO₂,SO₂

2. Probe stick Pengambilan contoh uji gas dan partikulat beserta nozzle ukuran 10 mm.
3. Alat untuk pengukuran metereologi: suhu, tekanan, kelembaban dan kecepatan angin.
4. Spektrofotometer.

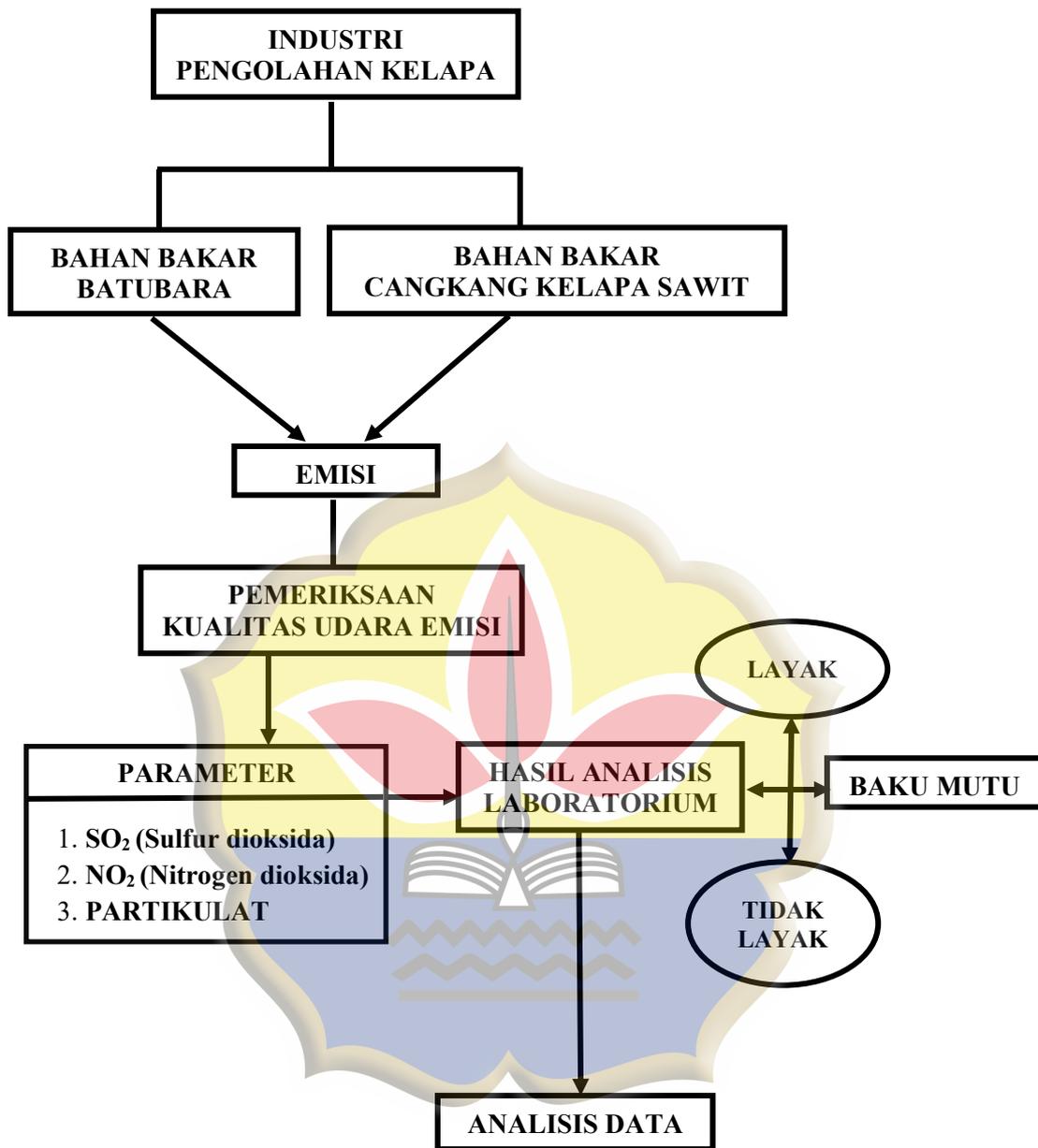
Spektrofotometer digunakan untuk mengukur konsentrasi suatu zat yang ada dalam suatu sampel. Zat yang ada dalam sel sampel disinari dengan cahaya yang memiliki panjang gelombang tertentu.

3.7 Alur Pikir

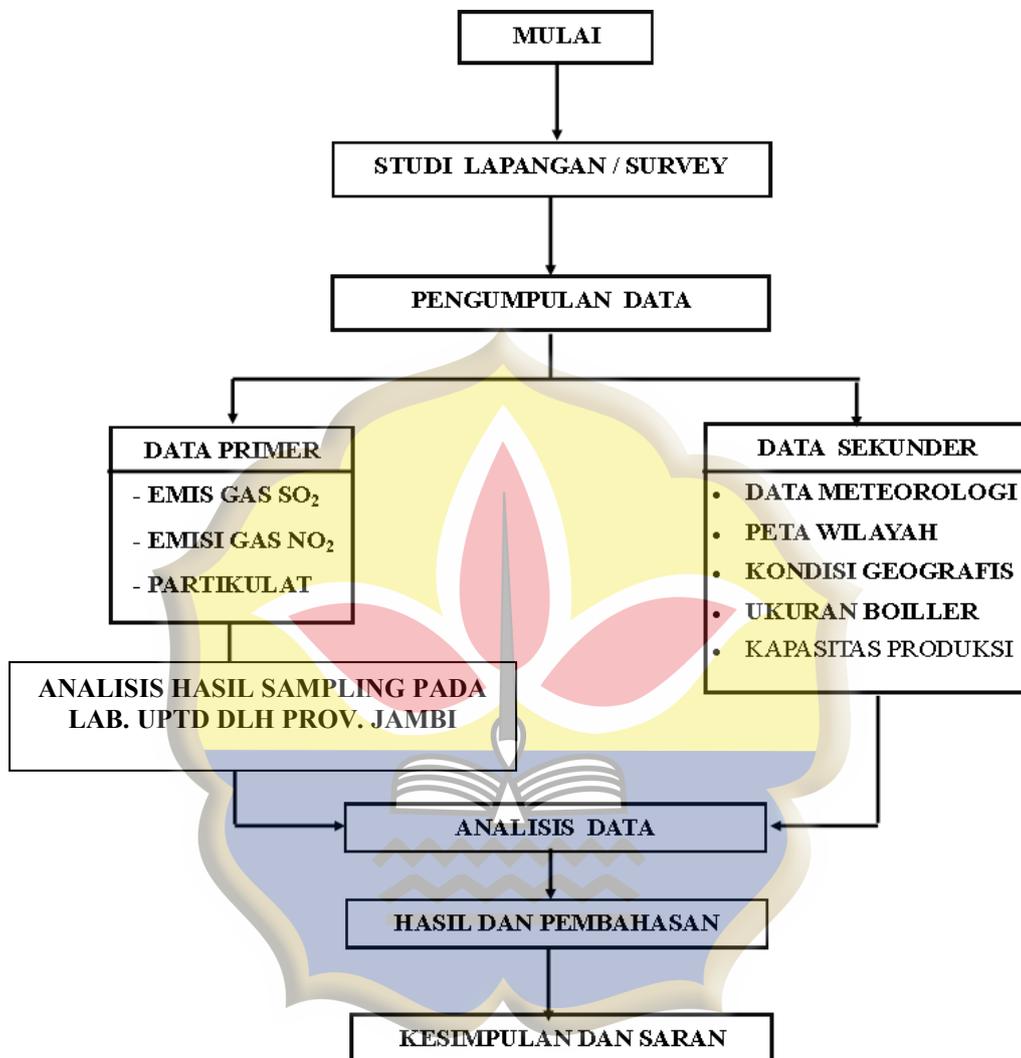
Emisi yang dikeluarkan oleh boiler dapat menyebabkan terjadinya penurunan kualitas udara. Pencemaran udara sangat dipengaruhi oleh sumber pencemar, selain itu kondisi metereologis seperti temperatur udara, kelembaban udara dan kecepatan angin.

Emisi gas buang dari cerobong sulit terdeteksi keberadaannya di udara terutama emisi yang berbentuk gas seperti NO_2 , SO_2 , dan partikulat. Oleh karena itu perlu dilakukan pemantauan terhadap emisi yang dihasilkan oleh boiler, sehingga dengan diketahuinya konsentrasi NO_2 , SO_2 , dan partikulat, maka dapat dilakukan tindakan pencegahan seperti mendesain boiler untuk meminimalisir dampaknya terhadap lingkungan dan kesehatan.





Gambar 3.5. Diagram Alur Pemikiran



Gambar 3.6. Diagram Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kapasitas Produksi

Hasil penelitian terhadap kapasitas produksi pada kedua perusahaan di Kabupaten Muaro Jambi diperoleh data yang disajikan pada tabel berikut;

Tabel 4.1. Data Ukuran boiler, jumlah bahan bakar dan produksi pada industri yang menggunakan bahan bakar cangkang dan batubara di Kabupaten Muaro Jambi

No	Bahan Bakar	Ukuran Boiler		Jumlah Bahan Bakar (Ton/Jam)	Produksi (Ton/Jam)
		Tinggi (m)	Diameter (m)		
1	Cangkang	18 – 21	1,5	4,9	45
2	Batubara	18 – 21	1,5	4,7	45

Sumber : data sekunder 2018

Data pada tabel diatas menunjukkan bahwa untuk menghasilkan produksi sebesar 45 ton/jam dengan ukuran boiler yang cenderung sama membutuhkan jumlah bahan bakar berbeda yaitu 4,9 ton/jam untuk penggunaan cangkang dan 4,7 ton/jam untuk penggunaan batubara.

4.2 Hasil Pengukuran Konsentrasi Polutan Pada Boiler Berbahan Bakar Cangkang

Hasil analisis laboratorium terhadap sampel emisi gas buang pada boiler berbahan bakar cangkang pada industri pengolahan kelapa sawit di Kabupaten Muaro Jambi diperoleh data sebagai berikut:

4.2.1. Gas SO₂

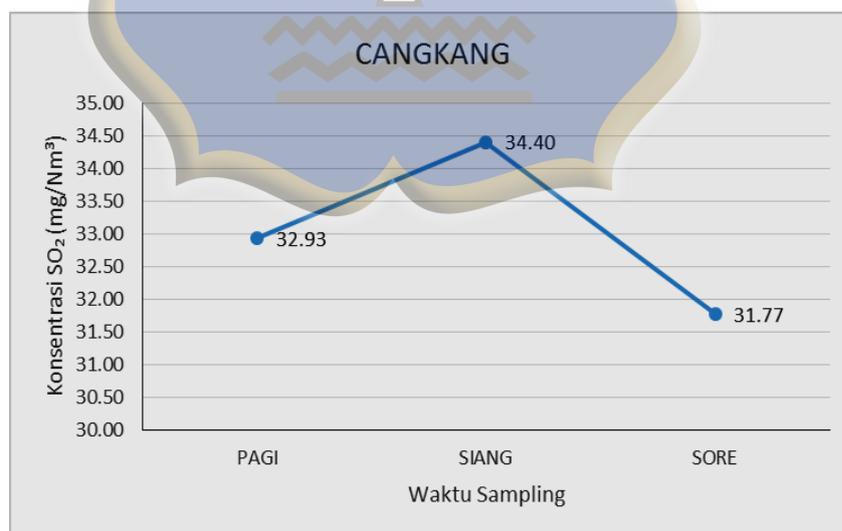
Data emisi gas SO₂ pada boiler berbahan bakar cangkang dengan pengambilan sampel dalam 3 waktu selama 24 jam dan dengan pengambilan sampel diulang sebanyak 3 kali, diperoleh data sebagai berikut

Tabel 4.2. Konsentrasi emisi gas SO₂ pada boiler berbahan bakar cangkang pada industri pengolahan kelapa sawit di Kabupaten Muaro Jambi

WAKTU	SATUAN	KONSENTRASI SO ₂			RERATA
		<i>Minggu ke 1</i>	<i>Minggu ke 2</i>	<i>Minggu ke 3</i>	
PAGI	mg/Nm ³	32.4	31.8	34.6	32.93
SIANG	mg/Nm ³	33.5	33.2	36.5	34.40
SORE	mg/Nm ³	31.2	30.9	33.2	31.77

Sumber : Data primer 2018

Data pada tabel diatas menunjukkan bahwa rata – rata konsentrasi SO₂ pada pagi hari sebesar 32,93 mg/Nm³, selanjutnya meningkat pada siang sebesar 34,40 mg/Nm³ dan turun pada sore hari sebesar 31,77 mg/Nm³. Untuk lebih jelasnya kondisi naik turunnya konsentrasi SO₂ pada boiler berbahan bakar cangkang disajikan dalam bentuk grafik berikut;



Gambar 4.1. Rata-rata konsentrasi SO₂ pada boiler berbahan bakar cangkang pada waktu pagi, siang dan sore hari

Hasil Perhitungan kadar SO₂ pada hari ke-1

1. Pagi
 Konsentrasi : 32,4 mg/Nm³
 Absorben : 0,078
 Suhu : 38 °C
 Tekanan : 751
 Pv : 28,4
 Kurva Kalibrasi : Latasep : 0,0194
 Slope : 0,3167

$$\begin{aligned}
 V_s &= V \times \frac{298}{273+t} \times \frac{(Pa + Pm - Pv)}{760} \\
 &= 20 \times \frac{298}{273+28} \times \frac{(751+1 - 28,4)}{760} \\
 &= 20 \times \frac{298}{301} \times \frac{723,6}{760} \\
 &= 20 \times 0,99 \times 0,4 \\
 &= 18,81 \\
 C &= \frac{64}{96} \times \frac{(A - B) \times fp}{V_s} \times 1000 \\
 &= \frac{64}{96} \times \frac{(0,078 - 0,0194) / 0,3167 \times \frac{250}{90} \times 1000}{18,81} \\
 &= 0,66 \times \frac{(0,1850) \times 5}{18,81} \times 1000 \\
 &= 0,66 \times 0,49 \times 1000 \\
 &= 32,4 \text{ mg / Nm}^3
 \end{aligned}$$

2. Siang
 Konsentrasi : 33,5 mg/Nm³
 Absorben : 0,079
 Suhu : 30 °C
 Tekanan : 750
 Pv : 28,4
 Kurva Kalibrasi : Latasep : 0,0194
 Slope : 0,3167

$$\begin{aligned}
 V_s &= V \times \frac{298}{273+t} \times \frac{(P_a + P_m - P_v)}{760} \\
 &= 20 \times \frac{298}{273+30} \times \frac{(752+1-35,7)}{760} \\
 &= 20 \times \frac{298}{303} \times \frac{719,2}{760} \\
 &= 20 \times 0,98 \times 0,94 \\
 &= 18,42
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C &= \frac{64}{96} \times \frac{(A - B) \times fp}{V_s} \times 1000 \\
 &= \frac{64}{96} \times \frac{(0,079 - 0,0194) / 0,3167 \times \frac{250}{50}}{18,42} \times 1000 \\
 &= 0,66 \times \frac{(0,1881) \times 5}{18,42} \times 1000 \\
 &= 33,6 \text{ mg / Nm}^3
 \end{aligned}$$

3. Sore
- | | |
|-----------------|---------------------------|
| Konsentrasi | : 31,2 mg/Nm ³ |
| Absorben | : 0,075 |
| Suhu | : 30 °C |
| Tekanan | : 751 |
| Pv | : 31,8 |
| Kurva Kalibrasi | : Latasep : 0,0194 |
| | Slope : 0,3167 |

$$\begin{aligned}
 V_s &= V \times \frac{298}{273+t} \times \frac{(P_a + P_m - P_v)}{760} \\
 &= 20 \times \frac{298}{273+30} \times \frac{(751+1 - 31,8)}{760} \\
 &= 20 \times \frac{298}{303} \times \frac{720,2}{760} \\
 &= 20 \times 0,98 \times 0,94 \\
 &= 18,57 \\
 C &= \frac{64}{96} \times \frac{(A - B) \times fp}{V_s} \times 1000 \\
 &= \frac{64}{96} \times \frac{(0,075 - 0,0194) / 0,3167 \times \frac{250}{50}}{18,57} \times 1000 \\
 &= 0,66 \times \frac{(0,1755) \times 5}{18,57} \times 1000 \\
 &= 31,2 \text{ mg} / \text{Nm}^3
 \end{aligned}$$

4.2.2. Gas NO₂

Data emisi gas NO₂ pada boiler berbahan bakar cangkang dengan pengambilan sampel dalam 3 waktu selama 24 jam dan dengan pengambilan sampel diulang sebanyak 3 kali, diperoleh data sebagai berikut;

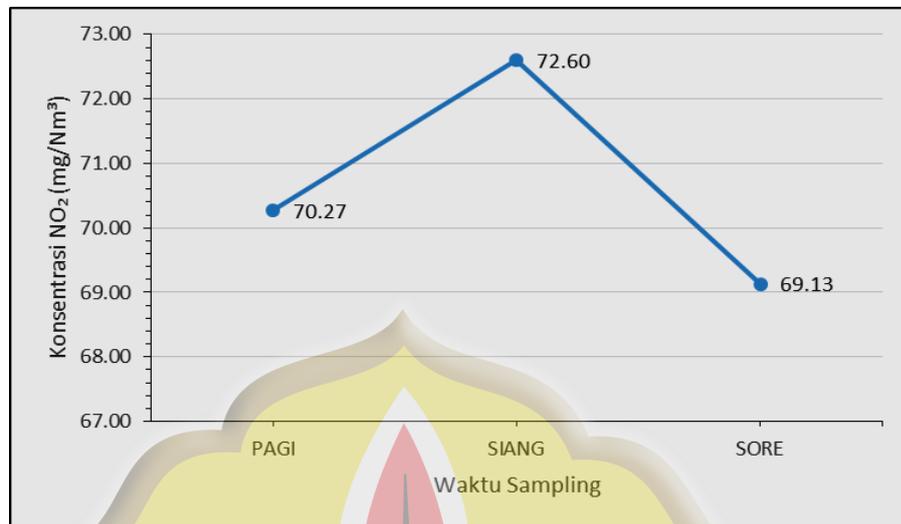
Tabel 4.3. Konsentrasi emisi gas NO₂ pada boiler berbahan bakar cangkang pada industri pengolahan kelapa sawit di Kabupaten Muaro Jambi

WAKTU	SATUAN	KONSENTRASI NO ₂			RERATA
		Minggu ke 1	Minggu ke 2	Minggu ke 3	
PAGI	mg/Nm ³	70.6	70.8	69.4	70.27
SIANG	mg/Nm ³	71.8	72.6	73.4	72.60
SORE	mg/Nm ³	69.6	69.4	68.4	69.13

Sumber : Data primer 2018

Data pada tabel diatas menunjukkan bahwa rata – rata konsentrasi NO₂ pada pagi hari sebesar 70,27 mg/Nm³, selanjutnya meningkat pada siang sebesar 72,60

mg/Nm³ dan turun pada sore hari sebesar 69,13 mg/Nm³. Untuk lebih jelasnya kondisi naik turunnya konsentrasi NO₂ pada boiler berbahan bakar cangkang disajikan dalam bentuk grafik berikut;



Gambar 4.2. Rata-rata konsentrasi NO₂ pada boiler berbahan bakar cangkang pada waktu pagi, siang dan sore hari

Hasil Perhitungan kadar NO₂ pada hari ke-1

- Pagi

Konsentrasi : 70,6 mg/Nm³

Absorben : 0,639

Suhu : 31 °C

Tekanan : 753

Pv : 33,7

Kurva Kalibrasi : Latasep : 0,0262
Slope : 77,1340

$$\begin{aligned}
 V_s &= V \times \frac{298}{273+t} \times \frac{(P_a + P_m - P_v)}{760} \\
 &= 20 \times \frac{298}{273+31} \times \frac{(753+1 - 33,7)}{760} \\
 &= 20 \times \frac{298}{304} \times \frac{720,3}{760} \\
 &= 20 \times 0,98 \times 0,9477 \\
 &= 18,573
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C &= \frac{64}{96} \times \frac{(A - B) \times fp}{V_s} \times 100 \\
 &= \frac{64}{96} \times \frac{(0,639 - 0,0262) / 77,1340 \times \frac{250}{1} \times 1000}{18,57} \\
 &= 0,66 \times \frac{(0,0079) \times 250 \times 1000}{18,57} \\
 &= 0,66 \times 0,1069 \times 1000 \\
 &= 70,6 \text{ mg / Nm}^3
 \end{aligned}$$

2. Siang
- | | |
|-----------------|---------------------------|
| Konsentrasi | : 71,8 mg/Nm ³ |
| Absorben | : 0,641 |
| Suhu | : 32 °C |
| Tekanan | : 752 |
| Pv | : 35,7 |
| Kurva Kalibrasi | : Latasep : 0,0262 |
| | Slope : 77,1340 |

$$\begin{aligned}
 V_s &= V \times \frac{298}{273+t} \times \frac{(P_a + P_m - P_v)}{760} \\
 &= 20 \times \frac{298}{273+32} \times \frac{(752+1-35,7)}{760} \\
 &= 20 \times \frac{298}{305} \times \frac{717,3}{760} \\
 &= 20 \times 0,97 \times 0,9438 \\
 &= 18,31
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C &= \frac{64}{96} \times \frac{(A - B) \times fp}{V_s} \times 100 \\
 &= \frac{64}{96} \times \frac{(0,641 - 0,0262) / 77,1340 \times \frac{250}{1} \times 1000}{18,31} \\
 &= 0,66 \times \frac{(0,0079) \times 250 \times 1000}{18,31} \\
 &= 0,66 \times 0,1088 \times 1000 \\
 &= 71,82 \text{ mg} / \text{Nm}^3
 \end{aligned}$$

4.2.3. Partikulat

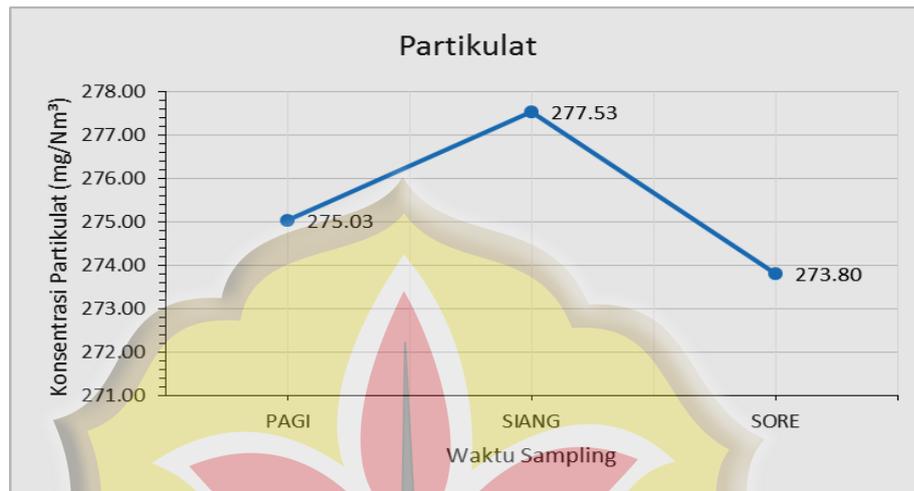
Data partikulat yang dihasilkan pada boiler berbahan bakar cangkang dengan pengambilan sampel dalam 3 waktu selama 24 jam dan dengan pengambilan sampel diulang sebanyak 3 kali, diperoleh data sebagai berikut;

Tabel 4.4. Konsentrasi partikulat pada boiler berbahan bakar cangkang pada industri pengolahan kelapa sawit di Kabupaten Muaro Jambi

Waktu	SATUAN	KONSENTRASI PARTIKULAT			RERATA
		<i>Minggu ke 1</i>	<i>Minggu ke 2</i>	<i>Minggu ke 3</i>	
PAGI	mg/Nm ³	272.4	274.5	278.2	275.03
SIANG	mg/Nm ³	274.8	277.4	280.4	277.53
SORE	mg/Nm ³	271.2	273.8	276.4	273.80

Sumber : Data primer 2018

Data pada tabel diatas menunjukkan bahwa rata – rata konsentrasi partikulat pada pagi hari sebesar 275,03 mg/Nm³, selanjutnya meningkat pada siang sebesar 277,53 mg/Nm³ dan turun pada sore hari sebesar 273,80 mg/Nm³. Untuk lebih jelasnya kondisi naik turunnya konsentrasi partikulat pada boiler berbahan bakar cangkang disajikan dalam bentuk grafik berikut;



Gambar 4.3. Rata-rata konsentrasi partikulat pada boiler berbahan bakar cangkang pada waktu pagi, siang dan sore hari

4.3 Hasil Pengukuran Konsentrasi Polutan Pada Boiler Berbahan Bakar Batubara

4.3.1 Gas SO₂

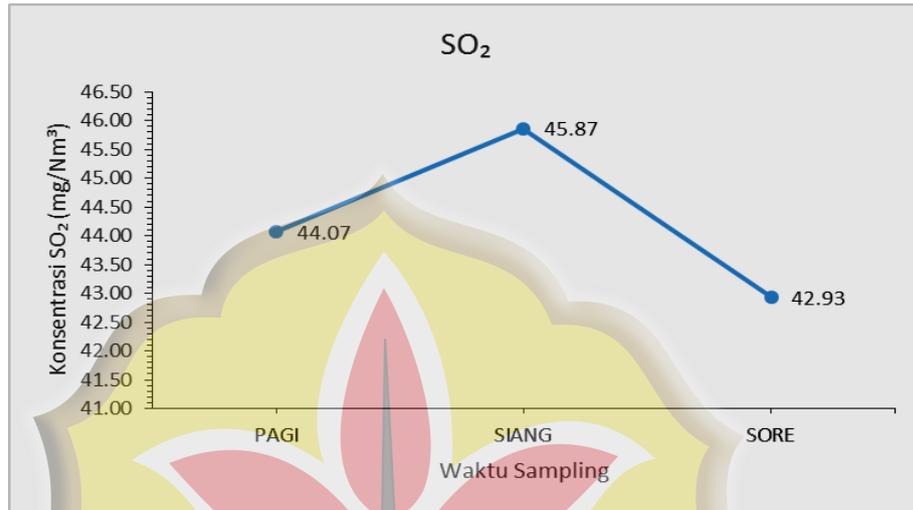
Data emisi gas SO₂ pada boiler berbahan bakar batubara dengan pengambilan sampel dalam 3 waktu selama 24 jam dan dengan pengambilan sampel diulang sebanyak 3 kali, diperoleh data sebagai berikut

Tabel .4.5. Konsentrasi emisi gas SO₂ pada boiler berbahan bakar batubara pada industri pengolahan kelapa sawit di Kabupaten Muaro Jambi

WAKTU	SATUAN	KONSENTRASI SO ₂			RERATA
		Minggu ke 1	Minggu ke 2	Minggu ke 3	
PAGI	mg/Nm ³	43.4	43.2	45.6	44.07
SIANG	mg/Nm ³	44.9	45.1	47.6	45.87
SORE	mg/Nm ³	41.8	42.4	44.6	42.93

Sumber : Data primer 2018

Data pada tabel diatas menunjukkan bahwa rata – rata konsentrasi SO₂ pada pagi hari sebesar 44,07 mg/Nm³, selanjutnya meningkat pada siang sebesar 45,87 mg/Nm³ dan turun pada sore hari sebesar 42,93 mg/Nm³. Untuk lebih jelasnya kondisi naik turunnya konsentrasi SO₂ pada boiler berbahan bakar batubara disajikan dalam bentuk grafik berikut;



Gambar 4.4. Rata-rata konsentrasi SO₂ pada boiler berbahan bakar batubara pada waktu pagi, siang dan sore hari.

4.3.2 Gas NO₂

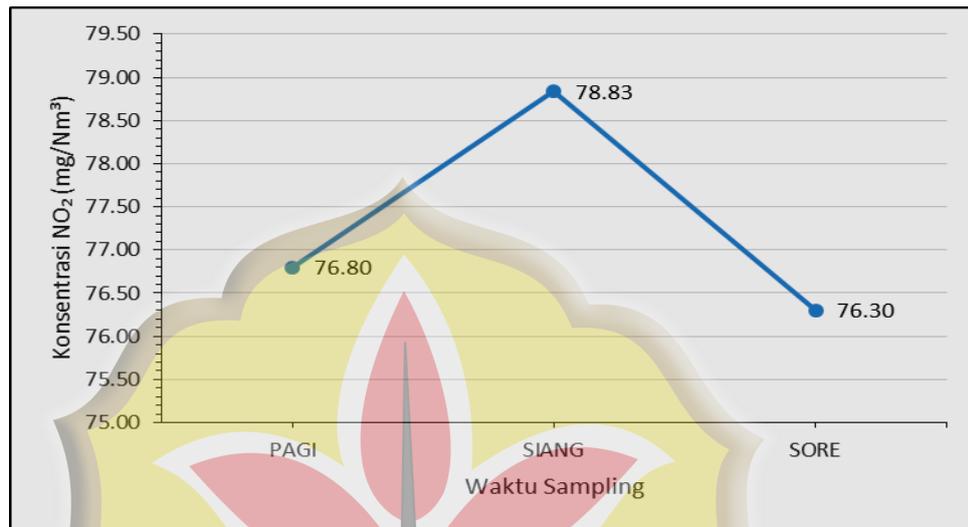
Data emisi gas NO₂ pada boiler berbahan bakar batubara dengan pengambilan sampel dalam 3 waktu selama 24 jam dan dengan pengambilan sampel diulang sebanyak 3 kali, diperoleh data sebagai berikut;

Tabel 4.6. Konsentrasi emisi gas NO₂ pada boiler berbahan bakar batubara pada industri pengolahan kelapa sawit di Kabupaten Muaro Jambi

WAKTU	SATUAN	KONSENTRASI NO ₂			RERATA
		<i>Minggu ke 1</i>	<i>Minggu ke 2</i>	<i>Minggu ke 3</i>	
PAGI	mg/Nm ³	76.8	76.4	77.2	76.80
SIANG	mg/Nm ³	77.2	79.4	79.9	78.83
SORE	mg/Nm ³	75.4	76.7	76.8	76.30

Sumber : Data primer 2018

Data pada tabel diatas menunjukkan bahwa rata – rata konsentrasi NO₂ pada pagi hari sebesar 76,80 mg/Nm³, selanjutnya meningkat pada siang sebesar 78,83 mg/Nm³ dan turun pada sore hari sebesar 76,30 mg/Nm³. Untuk lebih jelasnya kondisi naik turunnya konsentrasi NO₂ pada boiler berbahan bakar batubara disajikan dalam bentuk grafik berikut;



Gambar 4.5 Rata-rata konsentrasi NO₂ pada boiler berbahan bakar batubara pada waktu pagi, siang dan sore hari

4.3.3 Partikulat

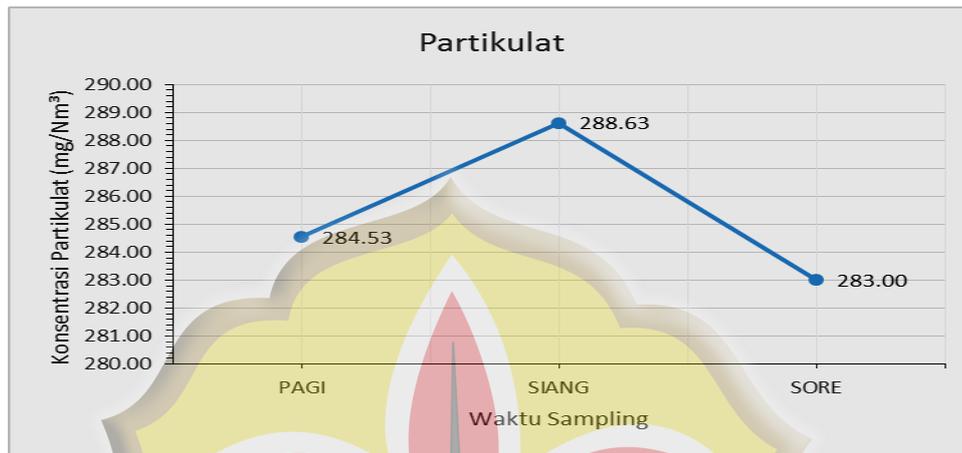
Data emisi konsentrasi partikula pada boiler berbahan bakar batubara dengan pengambilan sampel dalam 3 waktu selama 24 jam dan dengan pengambilan sampel diulang sebanyak 3 kali, diperoleh data sebagai berikut;

Tabel 4.7. Konsentrasi emisi partikulat pada boiler berbahan bakar batubara pada industri pengolahan kelapa sawit di Kabupaten Muaro Jambi

WAKTU	SATUAN	KONSENTRASI PARTIKULAT			RERATA
		<i>Minggu ke 1</i>	<i>Minggu ke 2</i>	<i>Minggu ke 3</i>	
PAGI	mg/Nm ³	283.2	285.8	284.6	284.53
SIANG	mg/Nm ³	285.6	288.9	291.4	288.63
SORE	mg/Nm ³	282.4	284.2	282.4	283.00

Sumber : Data primer 2018

Data pada tabel diatas menunjukkan bahwa rata – rata konsentrasi partikulat pada pagi hari sebesar 284,53 mg/Nm³, selanjutnya meningkat pada siang sebesar 288,63 mg/Nm³ dan turun pada sore hari sebesar 283 mg/Nm³. Untuk lebih jelasnya kondisi naik turunnya konsentrasi partikulat pada boiler berbahan bakar batubara disajikan dalam bentuk grafik berikut;



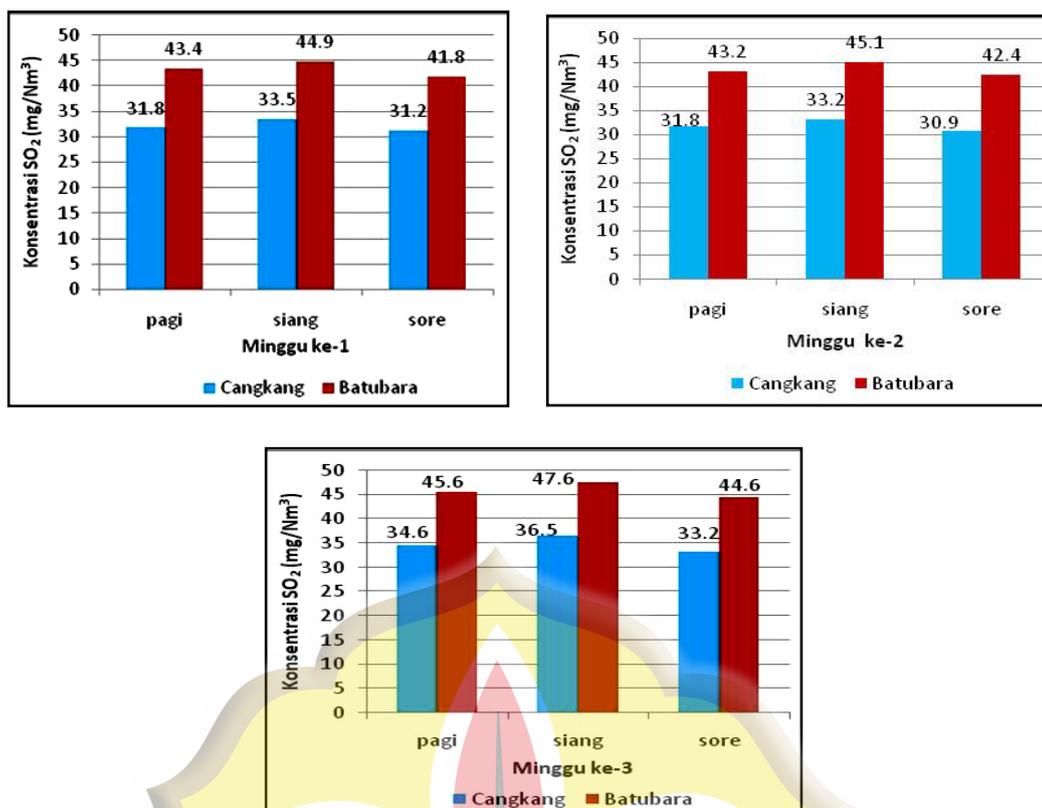
Gambar 4.6. Rata-rata konsentrasi partikulat pada boiler berbahan bakar batubara pada waktu pagi, siang dan sore hari

4.4 Perbandingan Konsentrasi Polutan Pada Boiler Berbahan Bakar Cangkang Dan Batubara

Hasil penelitian terhadap konsentrasi polutan dari boiler yang menggunakan bahan bakar batubara pada PT. Kurnia Tunggal Nugraha dan bahan bakar Cangkang pada PT Sungai Bahar Pasifik Utama. yang diambil pada pagi jam 06,00 – 08.00, siang jam 12.00 – 14.00 dan sore jam 16.00 – 18.00 menunjukkan adanya perbedaan. Berikut perbandingan konsentrasi dari parameter yang diukur.

4.4.1 Perbandingan Konsentrasi SO₂

Hasil penelitian untuk konsentrasi SO₂ pada kedua industri berbahan bakar berbeda disajikan pada grafik berikut;



Gambar 4.7. Perbandingan konsentrasi rerata SO₂ pada boiler berbahan bakar cangkang dan batubara pada waktu pagi, siang dan sore hari

Berdasarkan data rata-rata konsentrasi SO₂ pada Gambar 4.7 diatas, maka diperoleh data selisih angka konsentrasi SO₂ pada perusahaan yang menggunakan bahan bakar batubara dan cangkang yang disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4.8. Perbandingan konsentrasi SO₂ pada boiler berbahan bakar batubara dan cangkang pada industri pengolahan kelapa sawit di Kabupaten Muaro Jambi

No	Bahan Bakar Boiler	Satuan	Pagi	Siang	Sore
1	Cangkang	mg/Nm ³	32.93	34.40	31.77
2	Batubara	mg/Nm ³	44.07	45.87	42.93
Selisih			11,13	11.47	11,17

Sumber: Data primer 2018

Tabel 4.8. diatas memperlihatkan bahwa terdapat perbedaan konsentrasi gas SO₂ antara industri yang menggunakan bahan bakar cangkang dengan batubara, baik itu pada pagi, siang dan sore hari. Konsentrasi SO₂ cenderung lebih tinggi pada boiler berbahan bakar batubara dengan selisih sebesar 11,13 mg/Nm³ pada pagi hari, 11,47 mg/Nm³ pada siang hari dan 11,17 mg/Nm³ pada sore hari.

Data pada grafik (Gambar 4.7) diatas menunjukkan bahwa konsentrasi SO₂ pada industri berbahan bakar batubara lebih tinggi dari bahan bakar cangkang baik itu pada pagi, siang dan sore hari.

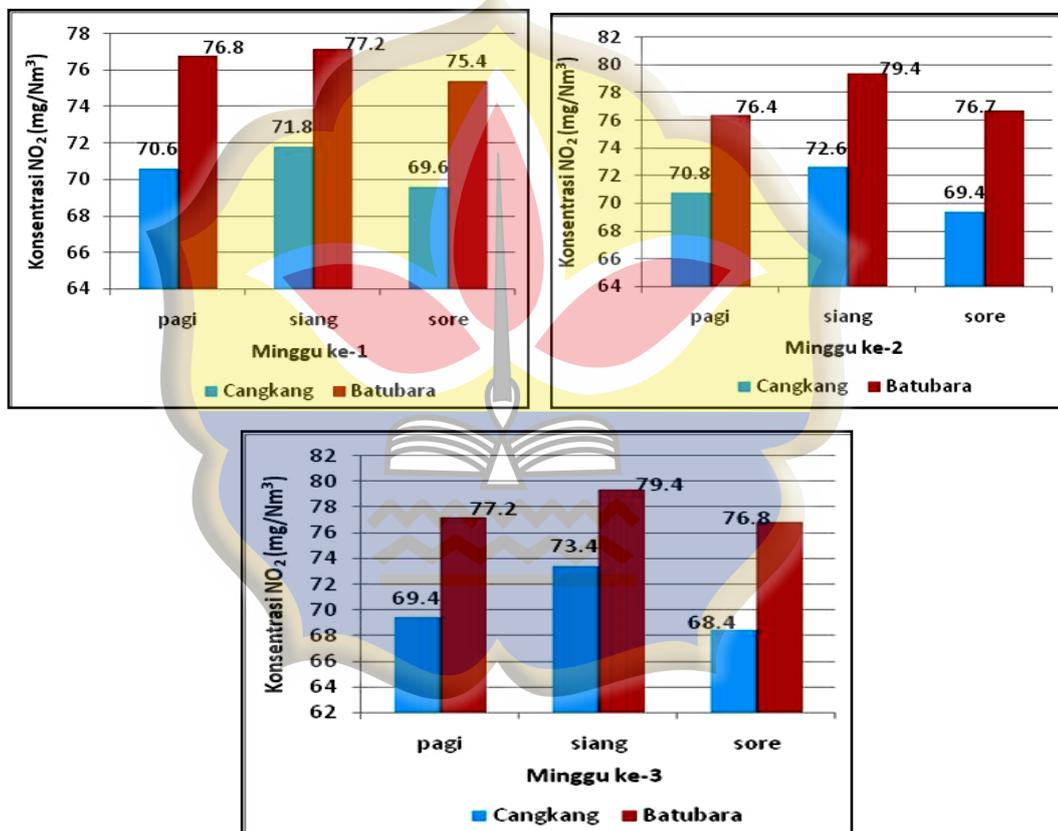
Tingginya konsentrasi SO₂ yang dihasilkan dari boiler berbahan bakar batubara disebabkan oleh kadar sulfur yang terkandung didalam batubara lebih tinggi dari pada didalam cangkang. Menurut Bahrin, *et al* (2011) kandungan sulfur didalam batubara mencapai 0,56%, sedangkan didalam cangkang kelapa sawit hanya mencapai 0,01%. Tingginya kandungan sulfur didalam batubara menyebabkan tingginya konsentrasi SO₂ yang dihasilkan dari proses pembakaran.

Umumnya batubara memiliki kandungan sulfur 0,44%, hanya batubara yang berkualitas baik yang memiliki kandungan dibawah 0,44%. Proses pembakaran dengan menggunakan batubara kualitas rendah dapat menyebabkan keluaran emisi SO₂ yang tinggi (Nugrainy *et al*, 2012). Lebih lanjut dinyatakan oleh Setiawan *et al* (2012), Tingginya kadar SO₂ yang keluar dari cerobong boiler berbahan bakar batubara disebabkan oleh kadar belerang yang terkandung dalam batubara yang cukup tinggi sehingga pada saat pembakaran terjadi reaksi oksidasi belerang menghasilkan SO₂. Kadar belerang dalam batubara bahan bakar boiler sebaiknya < 1%. Penyebab lainnya dapat terjadi karena alat pengabsorpsi gas SO₂ belum optimal. Dampak negatif dari tingginya kadar SO₂ yang dibuang ke

lingkungan terhadap kesehatan adalah dapat menyebabkan penyakit penyempitan saluran pernafasan pada penderita asma, serangan pada penderita penyakit respiratori akut, iritasi tenggorokan dan edema.

4.4.2 Perbandingan Konsentrasi NO₂

Hasil penelitian untuk konsentrasi NO₂ pada kedua industri yang diukur pada pagi, siang dan sore hari dengan pengambilan sampel diulang sebanyak 3 kali disajikan pada gambar berikut;



Gambar 4.8. Perbandingan Konsentrasi rerata NO₂ pada boiler berbahan bakar cangkang dan batubara pada waktu pagi, siang dan sore hari

Berdasarkan data rata-rata konsentrasi NO₂ pada Gambar 4.8 diatas, maka diperoleh selisih angka konsentrasi NO₂ pada boiler berbahan bakar cangkang dan batubara, yang disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4.9. Perbandingan Konsentrasi NO₂ pada boiler berbahan bakar batubara dan cangkang pada industri pengolahan kelapa sawit di Kabupaten Muaro Jambi

No	Bahan Bakar Boiler	Satuan	Pagi	Siang	Sore
1	Cangkang	mg/Nm ³	70.27	72.60	69.13
2	Batubara	mg/Nm ³	76.80	78.83	76.30
Selisih		mg/Nm ³	6.53	6.23	7.17

Sumber: data primer 2018

Tabel 4.9. memperlihatkan bahwa terdapat perbedaan konsentrasi gas NO₂ antara industri yang menggunakan bahan bakar cangkang dengan batubara, baik itu pada pagi, siang dan sore hari. Konsentrasi NO₂ cenderung lebih tinggi pada boiler berbahan bakar batubara dengan selisih sebesar 6,53 mg/Nm³ pada pagi hari, 6,23 mg/Nm³ pada siang hari dan 7,17 mg/Nm³ pada sore hari.

Hasil penelitian terhadap parameter NO₂ juga menunjukkan bahwa konsentrasi NO₂ yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar batubara cenderung lebih tinggi dari penggunaan bahan bakar cangkang.

Tingginya konsentrasi NO₂ pada boiler berbahan bakar batubara diduga disebabkan oleh kandungan karbon pada batubara lebih tinggi dari pada cangkang. Menurut syafriuddin dan Hanesya (2012) kadar karbon didalam batubara adalah 44,54% sedangkan cangkang kelapa sawit mengandung karbon sebesar 21,34%. Kandungan karbon yang tinggi pada batubara akan menyebabkan terjadinya proses oksidasi yang menghasilkan gas NO₂ yang tinggi pula (Suera, 2008).

Emisi NO₂ merupakan unsur dominan yang muncul akibat pengoperasian boiler pembakaran batubara. Salah satu faktor yang berpengaruh terhadap timbulnya emisi NO₂ pada boiler batubara adalah kualitas material

batubara yang digunakan. Ketersediaan batubara di pasar pada umumnya memiliki karakteristik dan sifat – sifat yang beragam dari waktu ke waktu, sehingga operator boiler harus memiliki suatu pengetahuan terhadap masalah ini untuk mencapai petunjuk kerja pembakaran yang optimal bagi proses produksi.

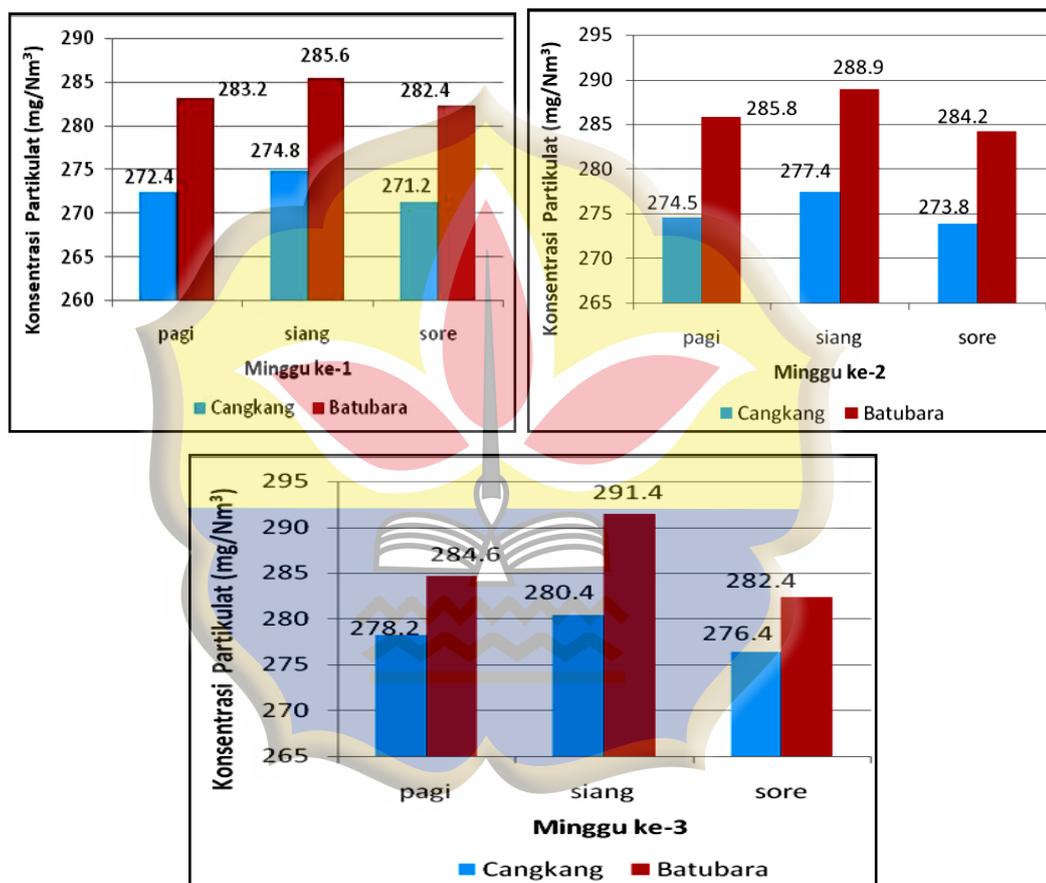
Selain itu, solusi lain pencegahan pencemaran udara akibat NO_2 adalah kemampuan untuk mengendalikan pembentukan NO_2 dari bahan bakar batubara dengan menerapkan proses yang tepat. Pembentukan NO_2 pada api merupakan fungsi dari temperatur yang berbanding lurus dengan pemekatan efisiensi pembakaran,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

Karakteristik bahan bakar yang dominan dalam mempengaruhi emisi NO_2 meliputi kandungan yang dimiliki dan kondisi ukuran butir bahan bakar (kehalusan). Emisi NO_2 dipengaruhi oleh kandungan nitrogen batubara dan zat terbang (*volatile matter*) batubara. Peningkatan kandungan nitrogen pada batubara selalu menyebabkan peningkatan emisi NO_2 . Sedangkan peningkatan kandungan zat terbang menghasilkan peningkatan emisi NO_2 . dalam kondisi pembakaran normal, tetapi emisi NO_2 akan menurun dalam kondisi pembakaran lanjut.

Karakteristik batubara mempengaruhi emisi NO_2 . Peningkatan kehalusan butir batubara secara umum akan meningkatkan emisi NO_2 pada kondisi pembakaran awal. Tetapi dalam kondisi pembakaran lanjut peningkatan kehalusan butir dapat menurunkan emisi gas NO_2 . Hal ini disebabkan oleh terjadinya peningkatan masukan dan konversi lebih tinggi dari senyawa nitrogen menjadi bahan bakar teroksidasi pada pembakaran bersih.

4.4.3 Perbandingan Konsentrasi Partikulat

Hasil penelitian untuk konsentrasi Partikulat pada kedua industri yang diukur pada pagi, siang dan sore hari dengan pengambilan sampel diulang sebanyak 3 kali disajikan pada grafik berikut;



Gambar 4.9. Perbandingan Konsentrasi rerata Partikulat pada boiler berbahan bakar cangkang dan batubara pada waktu pagi, siang dan sore hari

Berdasarkan data konsentrasi partikulat pada boiler berbahan bakar cangkang dan batubara, maka diperoleh data selisih angka konsentrasi yang disajikan pada tabel berikut;

Tabel 4.10. Perbandingan Konsentrasi partikulat pada boiler berbahan bakar batubara dan cangkang pada industri pengolahan kelapa sawit di Kabupaten Muaro Jambi

No	Bahan Bakar Boiler	Satuan	Pagi	Siang	Sore
1	Cangkang	mg/Nm ³	275,03	277,53	273,80
2	Batubara	mg/Nm ³	284,53	288,63	283,00
Selisih		mg/Nm ³	9,50	11,10	9,20

Sumber: Data primer 2018

Tabel 4.10. memperlihatkan bahwa terdapat perbedaan konsentrasi gas partikulat antara industri yang menggunakan bahan bakar cangkang dengan batubara, baik itu pada pagi, siang dan sore hari. Konsentrasi partikulat cenderung lebih tinggi pada boiler berbahan bakar batubara dengan selisih sebesar 9,50 pada pagi hari, 11,10 pada siang hari dan 9,20 pada sore hari.

Untuk parameter partikulat pada penelitian ini juga menunjukkan konsentrasi yang lebih tinggi pada industri berbahan bakar batu bara dari pada berbahan bakar cangkang. Partikel debu dalam emisi gas buang terdiri dari bermacam-macam komponen. Bukan hanya berbentuk padatan tapi juga berbentuk cairan yang mengendap dalam partikel debu.

Tingginya kadar partikulat cerobong boiler yang diatas baku mutu emisi dapat disebabkan oleh banyak faktor diantaranya bahan baku batubara, boiler alat, dan juga pengendali emisi partikulat seperti saringan kain (*bag filter*) atau *wet scrubber* di boiler belum optimal. Konsentrasi partikulat pada boiler berbahan bakar batubara diduga terjadi karena tingginya kandungan karbon dan SO pada batubara. Beberapa kandungan partikulat adalah karbon, SOF (*Soluble Organic Fraction*), debu, SO₄, dan H₂O (Sugiarti, 2009).

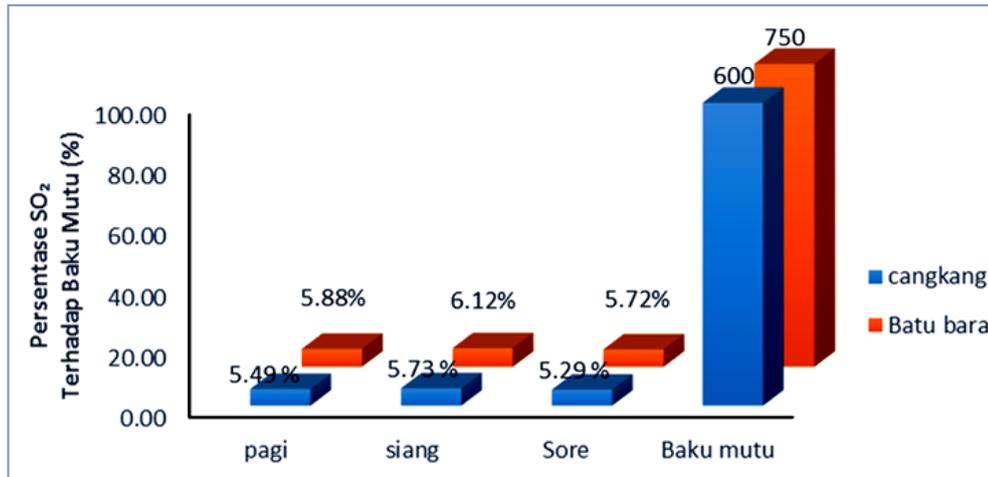
Selain itu tingginya kadar partikulat karena terjadinya pembakaran yang tidak sempurna. Batubara yang tidak terbakar sempurna akan menyebabkan pembentukan karbondioksida, asap dan debu. Batubara yang diambil dari dalam tanah memungkinkan mengandung partikel debu tanah. Dalam debu tersebut terkandung unsur debu sendiri dan beberapa kandungan metal oksida sehingga kadar partikulat yang dihasilkan dari proses pembakaran akan meningkat.

Pada proses ekspansi selanjutnya di atmosfer, kandungan metal dan debu tersebut membentuk partikulat. Beberapa unsur kandungan partikulat adalah karbon, SOF (Soluble Organic Fraction), debu, SO₄, dan H₂O. Sebagian benda partikulat keluar dari cerobong pabrik sebagai asap hitam tebal, tetapi yang paling berbahaya adalah butiran-butiran halus sehingga dapat menembus bagian terdalam paru-paru.

Dampak negatif dari tingginya kadar partikulat yang dibuang ke lingkungan terhadap kesehatan adalah dapat menyebabkan penyakit saluran pernafasan. Dampak lebih serius bila partikulat bersifat asam, toksik atau karsinogenik.

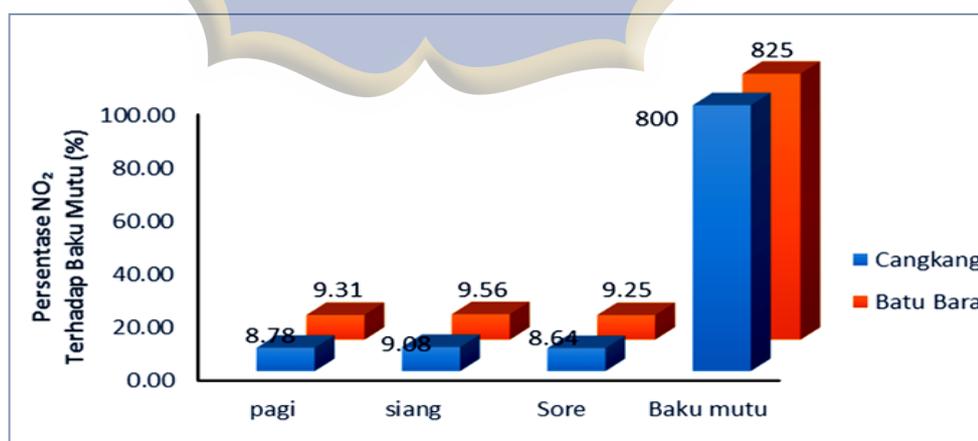
4.5 Perbandingan Konsentrasi SO₂, NO₂ dan Partikulat Terhadap Baku Mutu

Perbandingan konsentrasi SO₂ terhadap nilai baku mutu pada industri yang menggunakan bahan bakar cangkang dan batubara disajikan dalam bentuk grafik pada gambar berikut;



Gambar 4.10 Persentase konsentrasi SO₂ Pada industri berbahan bakar cangkang dan batubara terhadap nilai baku mutu emisi gas buang

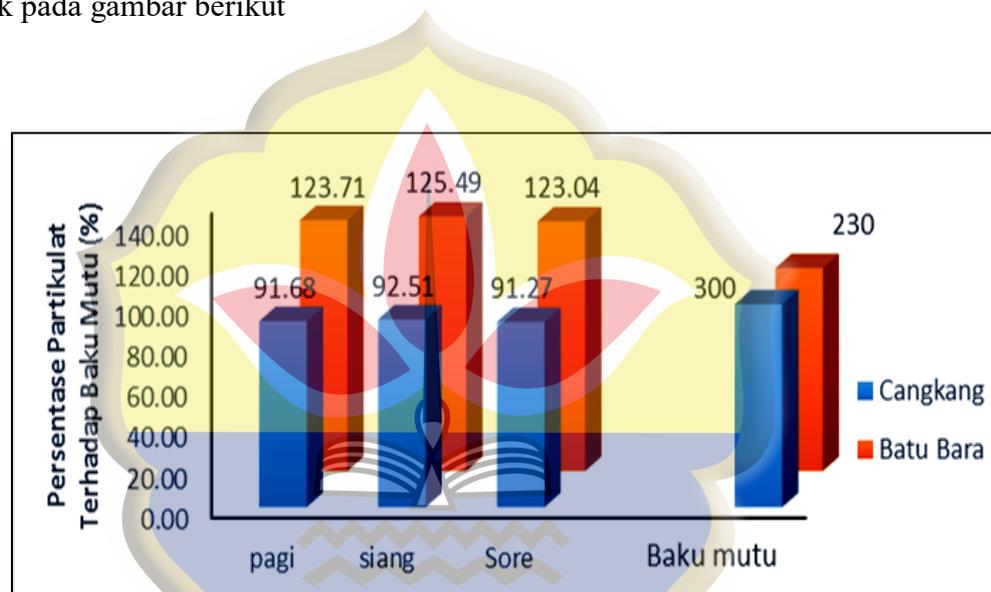
Data pada gambar diatas menunjukkan nilai persentase yang lebih rendah dari nilai baku mutu. Untuk nilai SO₂ dari boiler berbahan bakar cangkang sebesar 5,49% (pagi), 5,73% (siang) 5,29% (sore) dari nilai baku mutu (600 mg/Nm³). Sedangkan untuk penggunaan batubara yaitu 5,88% (pagi), 6,12% (siang), 5,72% (sore) dari nilai baku mutu (750 mg/Nm³). Perbandingan konsentrasi NO₂ terhadap nilai baku mutu pada industri yang menggunakan bahan bakar cangkang dan batubara disajikan dalam bentuk grafik pada gambar berikut



Gambar 4.11. Persentase konsentrasi NO₂ Pada industri berbahan bakar cangkang dan batubara terhadap nilai baku mutu emisi gas buang

Data pada gambar diatas menunjukkan nilai persentase yang lebih rendah dari nilai baku mutu. Untuk nilai NO₂ dari boiler berbahan bakar cangkang sebesar 8,78% (pagi), 9,08% (siang) 8,64% (sore) dari nilai baku mutu (800 mg/Nm³). Sedangkan untuk penggunaan batubara yaitu 9,31% (pagi), 9,56% (siang), 9,25% (sore) dari nilai baku mutu (825 mg/Nm³).

Perbandingan konsentrasi partikulat terhadap nilai baku mutu pada industri yang menggunakan bahan bakar cangkang dan batubara disajikan dalam bentuk grafik pada gambar berikut



Gambar 4.12. Persentase konsentrasi partikulat pada industri berbahan bakar cangkang dan batubara terhadap nilai baku mutu emisi gas buang

Data pada gambar. diatas menunjukkan bahwa industri yang menggunakan bahan bakar cangkang memiliki nilai persentase yang lebih rendah dari nilai baku mutu yaitu sebesar 91,68% (pagi), 92,51% (siang) 91,27% (sore) dari nilai baku mutu (300 mg/Nm³). Sedangkan untuk penggunaan batubara menghasilkan partikulat yang lebih tinggi dari baku mutu yaitu 123,71% (pagi), 125,49% (siang), 123,04% (sore) dari nilai baku mutu (230 mg/Nm³).

4.6 Pengaruh Kondisi Meteorologi Terhadap Konsentrasi SO₂, NO₂ dan Partikulat

Hasil penelitian terhadap kondisi meteorologi pada kedua perusahaan di Kabupaten muaro Jambi diperoleh data yang disajikan pada tabel berikut

Tabel 4.11. Data Pengukuran Metereologi di Kabupaten Muaro Jambi

No	Parameter	Pagi jam 06.00-08.00	Siang jam 12.00- 14.00	Sore jam 16.00-18.00
1	Suhu Udara	26.0-28,4°C	31.5-32.3°C	30,3-31,0°C
2	Kecepatan Angin	2,1-4,5 Km/jam	2,7-5,1 Km/jam	2,4-4,9 Km/jam
3	Kelembaban	58,3 – 62,4 %	58,2 - 60,0 %	58,2 – 62,5 %

Sumber: Data Primer 2018

4.6.1 Suhu

Tabel diatas memperlihatkan bahwa parameter metereologi sangat bervariasi tergantung pada waktu pengukuran. Parameter metereologi yang sangat dominan adalah suhu dimana pada pagi hari suhu rendah (26 – 28,4 °C) dan meningkat pada siang hari (31,5 - 32,3°C) dan menurun kembali pada sore hari (30,3 -31,0°C).

Tinggi rendahnya konsentrasi SO₂, NO₂ dan partikulat diduga terjadi akibat adanya perubahan temperatur. Konsentrasi SO₂, NO₂ dan partikulat yang rendah pada pagi hari dipengaruhi oleh kondisi suhu yang cenderung rendah. Pada saat suhu rendah kadar air diudara meningkat dan akan turun kebawah dalam bentuk partikel mikro yang sering disebut sebagai embun. Peningkatan kadar air tersebut akan menangkap dan menjerap gas SO₂, NO₂ dan partikulat sehingga konsentrsi gas tersebut akan rendah.

Terjadinya peningkatan konsentrasi gas SO₂, NO₂ dan partikulat pada siang hari disebabkan oleh peningkatan suhu udara. Penyerapan gas oleh air yang terjadi

pada pagi hari akan menguap seiring dengan peningkatan suhu. Air yang menguap akan membawa partikel dan gas sehingga konsentrasinya akan kembali meningkat terutama pada siang hari. Sedangkan pada sore hari suhu udara perlahan turun dan kembali mempengaruhi penurunan konsentrasi gas SO₂, NO₂ dan partikulat.

Suhu tinggi pada ruang bakar dan peningkatan suhu udara pada siang hari menyebabkan terjadinya reaksi oksidasi antara Nitrogen dengan oksigen yang menghasilkan gas NO₂. Septifan, (2010) menyatakan bahwa mekanisme Thermal NO₂ menyebabkan peningkatan konsentrasi NO₂ karena adanya reaksi nitrogen yang beroksidasi dengan oksigen pada suhu tinggi di dalam ruang bakar, sekitar >1800°K.

4.6.2 Kelembaban

Dari hasil pengukuran didapatkan data bahwa kelembaban udara berfluktuasi sesuai dengan waktu pengukuran. Kondisi rata-rata kelembaban pada pagi hari (58,3 – 62,4%) dan turun pada siang hari (58,2 – 60,0%) dan meningkat kembali pada sore hari (58,2 – 62,5%).

Jika kelembaban tinggi maka nilai konsentrasi NO₂, SO₂ dan partikulat akan rendah, sebaliknya jika kelembaban rendah maka nilai konsentrasi NO₂, SO₂ dan partikulat akan tinggi. Kelembaban yang paling rendah terjadi pada siang hari dengan nilai konsentrasi NO₂, SO₂ dan partikulat yang paling tinggi. Kelembaban sendiri merupakan nilai konsentrasi air dalam udara. Semakin rendah kelembaban maka akan semakin kering udara, dan sebaliknya jika kelembaban tinggi maka udara akan semakin basah. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Setiawan, *et.al* (2012), Air memiliki kemampuan untuk menyerap dan menangkap gas SO₂, NO₂

dan partikulat sehingga sering digunakan sebagai filter dalam pengendali emisi pada industri yang menggunakan bahan bakar fosil. System pengendali emisi tersebut dikenal dengan sistem wet scrubber.

Prinsip *wet scrubber* ialah emisi gas buang yang mengandung partikulat, gas SO₂, NO₂ dan lainnya disemprot dengan cairan penyerap untuk menangkapnya sehingga cairan yang mengandung partikulat, gas SO₂, dan lainnya, dapat ditampung pada bak dan selanjutnya diendapkan. Air dari hasil pengendapan dapat digunakan kembali sehingga terjadi *recycle* (Setiawan *et.al*, 2012).

4.6.3 Kecepatan Angin

Kondisi rata-rata kecepatan angin pada pagi hari (2,1 – 4,5 Km/jam) dan meningkat pada siang hari (2,7 – 5,1 Km/jam) dan turun pada sore hari (2,4 – 4,9 Km/jam). Semakin tinggi kecepatan angin maka polutan akan semakin mudah tersebar ke udara bebas, sedangkan kondisi arah angin akan mempengaruhi sejauh mana polutan akan terbawa oleh angin.

Arah angin dan kecepatan angin akan sangat mempengaruhi konsentrasi NO₂, SO₂ dan partikulat di lapangan, semakin tinggi kecepatan angin konsentrasi NO₂ akan semakin kecil karena polutan terbawa angin menjauhi lokasi pengukuran sedangkan arah angin akan sangat mempengaruhi konsentrasi NO₂, SO₂ dan partikulat pada kedua lokasi. Partikel berukuran lebih kecil akan tinggal lama di udara dan menyebar secara global mengikuti arus angin yang membawanya.

Namun dalam penelitian ini konsentrasi emisi gas buang justru terjadi pada siang hari pada saat terjadinya kecepatan angin tertinggi yaitu yang terjadi 2,7 – 5,1 Km/jam dengan rata-rata nilai konsentrasi SO₂ sebesar 34,40 mg/Nm³ untuk bahan

bakar cangkang dan $45,87 \text{ mg/Nm}^3$ untuk batubara, sedangkan konsentrasi NO_2 untuk bahan bakar cangkang sebesar $72,60 \text{ mg/Nm}^3$ dan $78,83 \text{ mg/Nm}^3$ untuk batubara. Konsentrasi partikulat tertinggi juga terjadi pada saat kecepatan angin tinggi yaitu $277,53 \text{ mg/Nm}^3$ untuk bahan bakar cangkang dan $288,63 \text{ mg/Nm}^3$ untuk batubara. Hal ini terjadi karena sampling dilakukan diatas cerobong jadi kemungkinan pengaruh penyebaran polutan oleh angin sangat kecil sehingga konsentrasi emisi gas buang cenderung tinggi.

Kecepatan udara primer pada desain boiler akan berpengaruh terhadap waktu tunggu penyalaan api sebagai fungsi dari kecepatan udara primer dan geometri burner. Emisi oksida nitrogen menunjukkan fungsi dari jumlah putaran yang kompleks dan tipe api. Pembentukan emisi gas buang pada burner putar dipengaruhi oleh desain dan operasi pembakaran pada burner. Operasi boiler menentukan bentuk nyala api yang sangat berpengaruh terhadap pembentukan emisi gas buang (Furqon dan Sugiyana, 2012).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Hasil penelitian Analisis Konsentrasi SO₂, NO₂ dan Partikulat Pada Sumber Emisi Tidak Bergerak (Cerobong) Berbahan Bakar Batubara Dan Cangkang (Studi Kasus Di Kabupaten Muaro Jambi) dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Parameter SO₂ dan NO₂ yang dihasilkan dari boiler berbahan bakar batubara lebih tinggi dari boiler berbahan bakar cangkang, namun konsentrasinya masih berada dibawah baku mutu PP NO.41 tahun 1999.
2. Konsentrasi parameter partikulat pada industri pengolahan kelapa sawit yang menggunakan boiler berbahan bakar batubara berada diatas nilai baku mutu partikulat untuk penggunaan batubara yaitu 230 mg/Nm³, sedangkan boiler berbahan bakar cangkang masih memenuhi nilai baku mutu penggunaan bahan bakar cangkang yaitu 300 mg/Nm³.
3. Tingginya konsentrasi SO₂, NO₂, dan partikulat pada boiler berbahan bakar batubara disebabkan oleh kandungan karbon dan sulfur batubara lebih tinggi dari cangkang, sedangkan kandungan karbon dan sulfur pada cangkang lebih rendah dari batubara sehingga emisi gas buang yang dihasilkan cenderung lebih rendah.

5.2 Saran-saran

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk melihat pola sebaran emisi gas buang yang dihasilkan dari boiler berbahan bakar batubara dan cangkang pada industri pengolahan kelapa sawit.

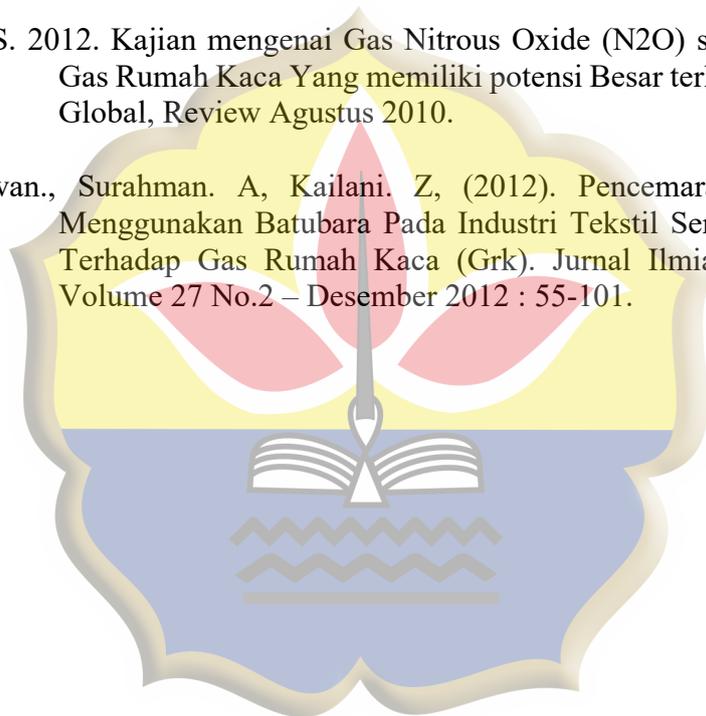
2. Untuk mengurangi emisi gas buang pada cerobong sebaiknya menggunakan alat tambahan pada boiler berupa filter yang berfungsi untuk menyaring gas buang yang dihasilkan dari proses pembakaran



DAFTAR PUSTAKA

- Arief Latar Muhammad (2016). Pengolahan Limbah Industri. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Armant, 2011. Nitrifikasi dan denitrifikasi dalam <http://armant2u.blogspot.com/2011/06/nitrifikasi-dandenitrifikasi.html>, Diakses; April 2018.
- Badan Pusat Statistik (BPS) Propinsi Jambi (2015). Prpvinsi Jambi Dalam Angka Tahun 2015. ISSN : 0215.2029
- Dewata, 2001. Analisis SO₂, NO₂ dan Logam Pb di Udara dengan metode Spektrofotometri di Kotamadya Padang, Sumatera Barat. Fakultas MIPA-Kimia UNP. Jurnal Lingkungan dan Pembangunan Volume.21 No 4. Hal 246 – 255
- Dirjen PPM dan PLP, 2008. Laporan Pemeliharaan Stasiun Monitoring Udara Ambient, Pemantauan Kualitas Udara Dikota Surabaya Envirodiary.Com/Id/?Wpdmact=Process&. Diakses : April 2018
- Hoesodo, 2004, Disertasi, Permodelan Pencemaran Udara Akibat Lalu Lintas di Jalan Arteri (Studi Kasus Ruas Jalan Soekarno-Hatta di Kota Bandung)
- Kajian Ekonomi Regional (KER) Bank Indonesia tahun 2014. Laporan Status Lingkungan Hidup Daerah Provinsi Jambi.
- Nauli. T, 2002. Pola Sebaran Polutan Dari Cerobong Asap. Prosldng Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir P3TM-BATAN Yogyakarta.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 07 Tahun 2007 Tentang Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak Bagi Ketel Uap.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara. Lembaran Negara RI Tahun 1999, No. 86. Sekretariat Negara. Jakarta.
- R. D. Ratnani, 2008. Teknik Pengendalian Pencemaran Udara Yang Diakibatkan Oleh Partikel. Momentum, Vol. 4, No. 2, Oktober 2008 : 27 – 32.
- Samiaji. T, 2012. Karakteristik Gas N₂O (Nitrogen Oksida) Di Atmosfer Indonesia. Berita Dirgantara Vol. 13 No. 4 Desember 2012:147-154.
- Santosa, 2005, Disertasi Model Penyebaran Pencemar Udara Dari Kendaran Bermotor Metode Volume Terhingga Studi Kasus Di Kota Bogor.

- Sianturi, 2004. Evaluasi Emisi Karbon Monoksida dan Partikel Halus dari Kendaraan Bermotor di Kota Semarang. Tesis.: Universitas Diponegoro. Semarang.
- Siregar, 2005. Disertasi, Pencemaran Udara, Respon Tanaman dan Pengaruhnya Pada Manusia, library.usu.ac.id/download/.../hutan-edi%20batara13.p.
- SNI 19-7117.2-2005. Emisi Gas Buang – Sumber Tidak Bergerak Bagian 2 : Penentuan Lokasi Dan Titik-Titik Lintas Pengambilan Contoh Uji Partikel. Badan Standard Nasional. ICS 13.040.40.
- Sugiarti, 2009. Gas Pencemar Udara Dan Pengaruhnya Bagi Kesehatan Manusia. Jurnal Chemica Vol. 10 Nomor 1 Juni 2009, 50-58.
- Wiwiek, S. 2012. Kajian mengenai Gas Nitrous Oxide (N₂O) sebagai salah satu Gas Rumah Kaca Yang memiliki potensi Besar terhadap Pemanasan Global, Review Agustus 2010.
- Y. Setiawan., Surahman. A, Kailani. Z, (2012). Pencemaran Emisi Boiler Menggunakan Batubara Pada Industri Tekstil Serta Kontribusinya Terhadap Gas Rumah Kaca (Grk). Jurnal Ilmiah Arena Tekstil Volume 27 No.2 – Desember 2012 : 55-101.



Lampiran 1. Prosedur penggunaan alat

Prosedur Pengoperasian Stack Gas Sampler model EG – 05C

- 1) Buka pintu samping alat Stack Gas Sampler (SGS).
- 2) Isikan kristal silika gel (sebagai zat pengering) pada tabung botol yang ada di dalam alat SGS.
- 3) Hubungkan tabung pengering bagian atas dengan selang silikon ke manometer terbuka yang ada pada alat SGS.
- 4) Atur waktu sampling (TIMER) dalam satuan menit dengan memutar screw yang ada pada bagian sebelah kanan TIMER dengan obeng kecil.
- 5) Atur lamanya sampling (TIMER) apakah 5: 10 menit atau lainnya yaitu dengan memutar screw yang ada pada sebelah kiri TIMER dengan obeng kecil.
- 6) Sebelum listrik PLN disambungkan ke alat SGS, periksa Fuse yang ada pada bagian belakang alat SGS. Hubungkan sambungan sumber arus listrik 220 V yang ada pada bagian belakang alat SGS dengan listrik PLN atau pembangkit listrik lainnya.
- 7) Hubungkan anantara ujung piapa Dust collector yang sudah terpasang filter debunya dengan slang plastik tahan panas ke inlet botol gelas untuk sampling gas dan ujung (outlet) botol gelas yang lainnya ke SAMPLER yang ada pada bagian depan alat SGS.
- 8) Catat tekanan udara ambient dalam satuan mmHg yang ada pada alat Barometer (Pa).
- 9) Alat Stack Gas Sampler ini sudah siap untuk melakukan pengambilan contoh uji debu emisi dengan tobol START dan mengatur kecepatan pompa hisap

berkisar 0 – 20 liter/menit dengan memutar tombol laju alir yang ada pada bagian depan alat SGS.

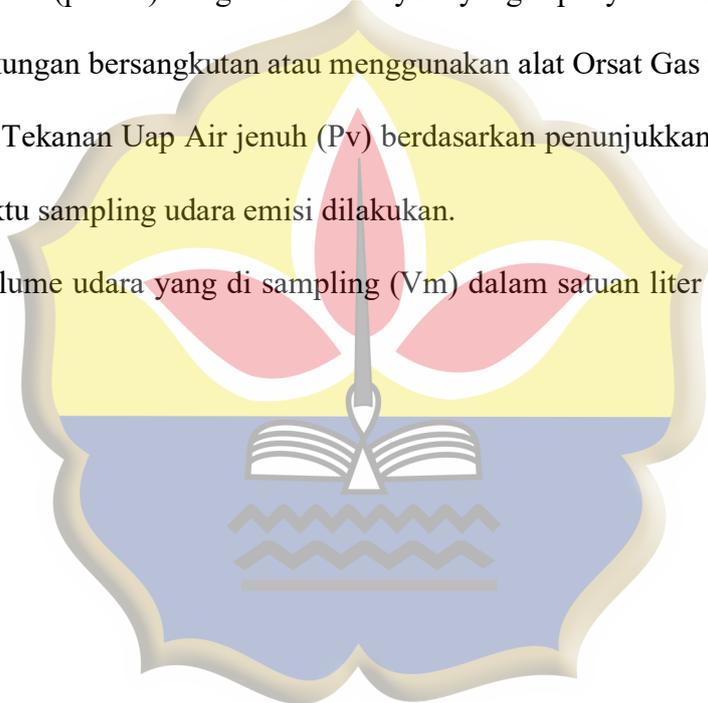
- 10) Bilamana alat SGS sedang dalam pekerjaan sampling debu emisi, catat suhu yang ditunjukkan oleh suhu meteran gas (tm), dan catat juga perubahan tekanan Manometer Raksa Pipa U terbuka yang ada pada bagian samping alat SGS (Pm).
- 11) Bilamana terjadi sesuatu kesalahan dalam sampling, maka tekan tombol START ke posisi OFF pada alat SGS. Lakukan pengecekan ulang agar tidak ada lagi kesalahan dalam pekerjaan dan tekan tombol START bilamana mau melakukan sampling lagi.

Selain pekerjaan hal-hal tersebut diatas, juga perlu dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

- 1) Rangkaikan sensor suhu pada alat THERMO SENSOR untuk pengukuran suhu udara emisin dengan memasukkan sensor suhu ke dalam cerobong (stack) dan catat suhu flue gas dari cerobong emisi (ts).
- 2) Sebelum melakukan sampling uap air, terlebih dahulu isikan ke dua botol dengan kalsium klorida (CaCl_2) granular kering oven dan catat berat ke dua botol tersebut (W_1). Kemudian lakukan pengambilan contoh uji uap air dari flue gas dengan menggunakan botol sampling uap air yang kosong dan yang berisikan kristal kalsium klorida (CaCl_2) tersebut dan diredam dalam wadah yang berisi air dingin yang dihubungkan dengan alat SGS. Setelah sampling selesai, tutup botol sampling dengan memutar tutup botol seperti tanda tambah (+) dan simpan dalam desikator sampai bagian luar menjadi kering. Catat berat botol setelah sampling uap air (W_2).

- 3) Ukur Tekanan Dinamis flue (h) yaitu dengan mengukur selisih Tekanan Total dengan Tekanan Statis menggunakan *Manometer Inklinasi* beserta S-Pitot Tube. Untuk mengetahui Tekanan Statis (P_s) dapat dilakukan dengan melepas selang hubungan antara S-Pitot Tube dengan Manometer Inklinasi, dimana S-Pitot Tube diputar 90° sehingga ke dua lubang S-Pitot Tube berada dalam posisi mendatar.
- 4) Ukur konsentrasi gas karbon monoksida, karbon dioksida, oksigen, dll dalam satuan % (persen) dengan Gas Analyzer yang dipunyai oleh perusahaan/Lab. Lingkungan bersangkutan atau menggunakan alat Orsat Gas meter.
- 5) Catat Tekanan Uap Air jenuh (P_v) berdasarkan penunjukkan Suhu Gas Meter sewaktu sampling udara emisi dilakukan.

Hitung volume udara yang di sampling (V_m) dalam satuan liter atau meter kubik (m^3).



Lampiran 2. Prosedur menggunakan alat spektrofotometer

1. Hidupkan alat dengan menekan tombol on/of
2. Atur panjang gelombang dengan memutar tombol panjang gelombang di samping kanan alat
3. Masukkan blangko ke dalam kuvet tekan tombol zero
4. Masukkan sampel ke dalam kuvet kemudian tekan tombol READ
5. Catat pembacaan absorban sampel.
6. Matikan alat dengan menekan tombol on/of

Partikulat (SNI 19-7117.12 – 2005)

1. Prinsip kerja

Pengambilan contoh uji partikel dilakukan secara isokinetik dimana kadar air, komposisi gas dan laju alir gas dalam cerobong harus ditentukan terlebih dahulu sehingga laju alir gas buang yang melalui nozzle harus sama dengan laju alir gas buang dalam cerobong, kemudian kadar partikel ditentukan secara gravimetri.

Persiapan pengambilan contoh uji partikulat

- a) Filter dipanaskan pada temperatur 105°C selama 2 jam.
 - b) Simpan filter dalam desikator selama 24 jam.
 - c) Timbang filter sampai diperoleh massa yang konstan, W_1 (g).
 - d) Sebelum digunakan filter disimpan di dalam desikator.
2. Penentuan diameter nozzle
 - a) Lakukan perhitungan debit gas buang rata-rata (q_m) dengan menggunakan data laju alir gas buang rata-rata (v) dan diameter nozzle yang dipilih

sedemikian rupa (trial and error) sehingga didapatkan hasil perhitungan debit gas buang berkisar 20 L/menit.

- b) Lakukan perhitungan debit gas buang (q_m) masing-masing titik lintas dengan menggunakan data laju alir gas buang (v) masing-masing titik lintas dan diameter nozzle yang sesuai.

Perhitungan debit gas buang rata-rata (\bar{q}_m):

$$\bar{q}_m = \frac{\pi}{4} d^2 v \left(1 - \frac{X_w}{100}\right) \frac{273 + t_m}{273 + t_s} \times \frac{P_a + P_s}{P_a + P_m - P_v} \times 60 \times 10^{-3}$$

Dengan pengertian

- q_m adalah debit gas buang rata-rata (L/menit)
 d adalah diameter nozzle (mm)
 v adalah laju alir gas buang rata-rata (m/detik)
 x_w adalah persen volum uap air dalam gas buang (%)
 t_m adalah temperatur gas buang pada gas meter (°C)
 t_s adalah temperatur gas buang dalam cerobong asap (°C)
 P_a adalah tekanan atmosfer (mmHg)
 P_m adalah tekanan dari gas buang pada gas meter (mmHg)
 P_v adalah tekanan uap jenuh pada temperatur t_m (mmHg)
 P_s adalah tekanan statik (mmHg)

Perhitungan debit gas buang isokinetik masing-masing titik lintas

$$q_{mn} = \frac{\pi}{4} d^2 v_n \left(1 - \frac{X_w}{100}\right) \frac{273 + t_m}{273 + t_s} \times \frac{P_a + P_s}{P_a + P_m - P_v} \times 60 \times 10^{-3}$$

Dengan pengertian :

- q_{mn} adalah debit gas buang isokinetik masing-masing titik-titik lintas
 d adalah diameter nozzle (mm)

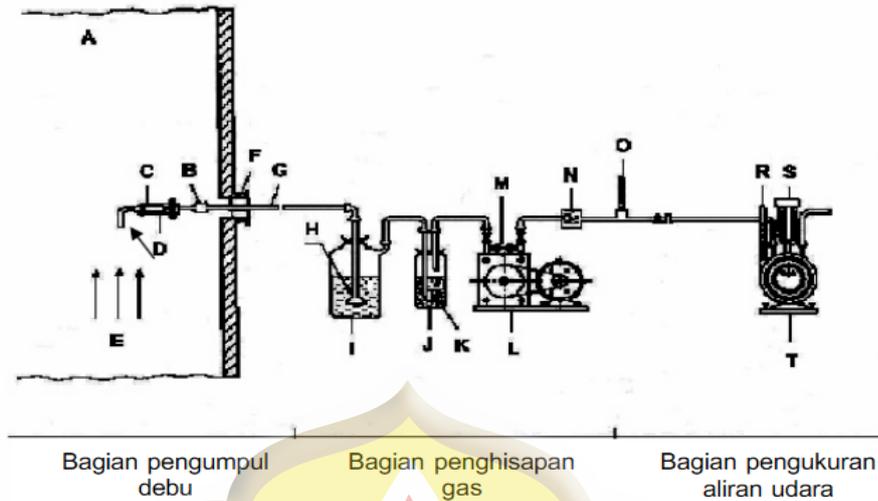
- v_n adalah laju alir gas buang masing-masing titik lintas (m/detik)
- x_w adalah persen volum uap air dalam gas buang (%)
- t_m adalah temperatur gas buang pada gas meter ($^{\circ}\text{C}$)
- t_s adalah temperatur gas buang dalam cerobong asap ($^{\circ}\text{C}$)
- P_a adalah tekanan atmosfer (mmHg)
- P_m adalah tekanan dari gas buang pada gas meter (mmHg)
- P_v adalah tekanan uap jenuh pada temperatur t_m (mmHg)
- P_s adalah tekanan statik (mmHg)
- n adalah titik lintas



Lampiran 3. Prosedur Pengambilan Sampel Emisi

- a) Pasang filter yang telah ditimbang pada alat pemegang filter (filter holder) yang terdapat pada pipa pengambil contoh uji.
 - b) Pasang nozzle yang telah dipilih sesuai dengan hasil perhitungan 4.5
 - c) Rangkaikan seluruh peralatan pengambil contoh uji seperti pada Gambar 3.5.
 - d) Tandai pipa pengambil contoh uji sesuai dengan titik-titik lintas yang telah ditentukan.
 - e) Masukkan pipa pengambil contoh uji dengan nozzle searah aliran gas buang pada posisi titik lintas pertama.
 - f) Catat pembacaan awal, V_1 (L) pada gas meter.
 - g) Ubah posisi nozzle berlawanan arah aliran gas buang.
 - h) Hidupkan pompa penghisap udara dan atur laju alir dengan putaran pompa
 - i) Setelah 5 menit, pindahkan pipa pengambil contoh pada titik lintas pengukuran berikutnya.
- CATATAN
- Sesuaikan dengan jumlah titik pengukuran dan konsentrasi partikel yang dapat diperkirakan dengan melihat kecepatan asap yang keluar dari cerobong secara visual, sehingga hasil perhitungan berat partikel tidak melebihi 5 mg untuk filter jenis circular dan tidak melebihi 50 mg untuk jenis filter tubular.
- j) Catat tekanan pada manometer (P_m) dan temperatur (t_m) pada gas meter.
 - k) Setelah pengambilan contoh uji di semua titik lintas selesai, matikan pompa, posisikan pipa pengambil contoh uji ke arah berlawanan aliran gas buang.
 - l) Keluarkan pipa pengambil contoh uji dari cerobong asap.
 - m) Catat pembacaan akhir gas meter, V_2 (L).

- n) Setelah dingin lepaskan filter dari tempat pemegangnya lalu masukkan ke dalam kotak filter.
- o) Tandai kotak filter dengan jelas



Keterangan gambar

A	Cerobong	J	Pemisah kabut
B	Penangkap Uap air	K	fiber kaca
C	Pengumpul Debu	L	Pompa Vakum
D	Nozzle	M	Kran pengatur aliran udara
E	Arah aliran gas	N	Separator kabut oli
F	Bahan tahan Panas	O	thermometer
G	Pipa Pengambil Contoh Uji	R	Thermometer pada gas meter
H	Larutan H ₂ O ₂	S	Manometer
I	Botol penjerap SO ₂	T	gas meter tipe basah

Gambar 3.5.4. Rangkaian Alat Pengambilan Sampel Partikel

Lampiran 4. Prosedur Pengambilan Sampel SO₂ (SNI 19-7117.3.1-2005)

1. Prinsip

Oksida belerang dalam contoh uji gas dijerap oleh larutan penjerap hidrogen peroksida membentuk asam sulfat, kemudian ditambahkan barium klorida agar membentuk endapan barium sulfat yang berwarna putih dan diukur serapannya pada panjang gelombang 420 nm dengan menggunakan spektrofotometer.

2. Bahan

A. Larutan penjerap

- masukkan 100 mL (H_2O_2) 30% v/v ke dalam labu ukur 1000 mL;
- encerkan dengan air suling sampai tanda tera;
- simpan dalam botol berwarna gelap di tempat dingin (cool box).

B. Larutan natrium klorida (NaCl)

- larutkan 240 g NaCl ke dalam gelas piala 1000 mL yang berisi larutan 20 mL HCl pekat (37% b/v);
- encerkan dengan air suling sampai tanda tera kemudian saring dengan kertas saring;
- simpan dalam botol pereaksi.

C. Larutan gliserol ($\text{CH}_2(\text{OH})\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH}$) (1+1)

Campurkan 100 mL gliserol dengan 100 mL air suling dalam gelas piala 250 mL, lalu homogenkan.

D. Serbuk barium klorida (BaCl_2)

Haluskan BaCl_2 hingga menjadi serbuk berukuran 32 mesh sampai dengan 24 mesh.

E. Larutan induk asam sulfat (H_2SO_4) 0,1 N

- a) pipet 3 mL H_2SO_4 pekat ($\rho = 1,841 \text{ mg/mL}$, 97% b/v) ke dalam labu ukur 1000 mL;
- b) encerkan dengan air suling sampai tanda tera lalu homogenkan.

F. Larutan kerja asam sulfat (H_2SO_4) 0,004 N

- a) pipet 10 mL larutan induk H_2SO_4 0,1 N dan masukkan ke dalam labu ukur 250 mL;
- b) encerkan dengan air suling sampai tanda tera lalu homogenkan.

G. Larutan natrium tetraborat (boraks, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) 0,1 N

- a) panaskan boraks pada suhu 105°C selama 1 jam. Simpan dalam desikator;
- b) timbang 4,767 g boraks yang telah dipanaskan;
- c) larutkan dengan air suling dalam labu ukur 250 mL, lalu homogenkan.

H. Larutan boraks ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) 0,004 N

- a) pipet 10 mL larutan boraks 0,1 N dan masukkan ke dalam labu ukur 250 mL;
- b) encerkan dengan air suling sampai tanda tera lalu homogenkan.

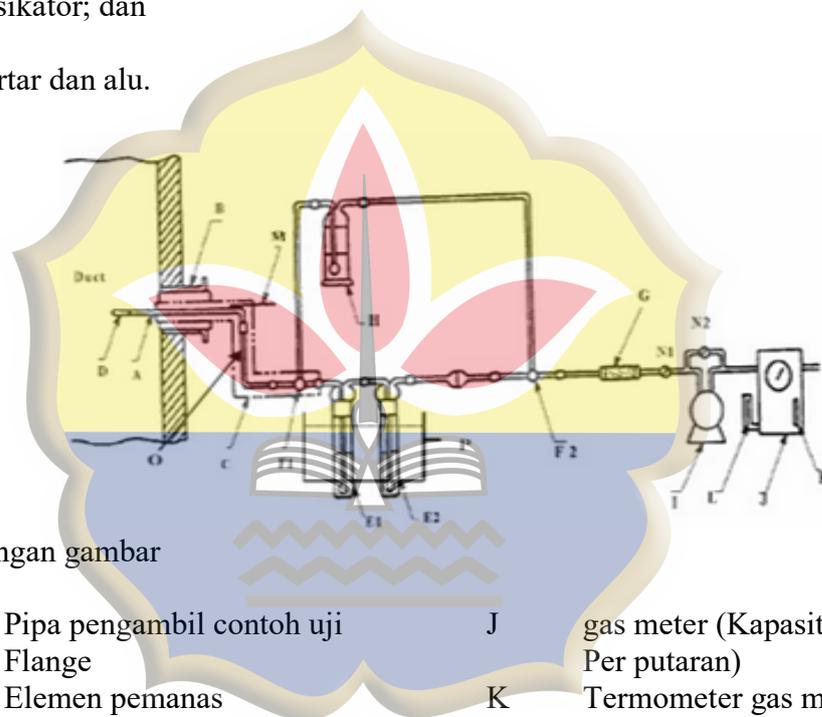
I. Indikator SM (sindur metil) atau MO (methyl orange)

Timbang 0,1 g indikator SM atau MO, kemudian larutkan dengan 100 mL larutan etanol 95%.

3. Peralatan

- a) rangkaian peralatan pengambil contoh uji SO_x seperti pada Gambar 3.5.2;
- b) labu ukur 100 mL; 250 mL; dan 1000 mL;
- c) pipet volumetrik 5 mL; 10 mL; 15 mL; 20 mL; 25 mL dan 50 mL;
- d) gelas ukur 100 mL;
- e) gelas piala 100 mL; 250 mL; 500 mL dan 1000 mL;

- f) tabung uji 50 mL;
- g) spektrofotometer UV-Vis;
- h) timbangan analitik dengan ketelitian 4 desimal;
- i) kaca arloji;
- j) buret 50 mL;
- k) labu erlenmeyer 250 mL;
- l) oven;
- m) desikator; dan
- n) mortar dan alu.



Keterangan gambar

A	Pipa pengambil contoh uji	J	gas meter (Kapasitas 1 L–5L Per putaran)
B	Flange	K	Termometer gas meter
C	Elemen pemanas	L	Manometer
D	glass wool	M	Termometer suhu
E ₁ , E ₂	Botol penjerap 250 ml	N1	Kran penutup
F ₁ , F ₂	kran cabang tiga	N2	Kran pengatur kecepatan alir
G	tabung pengering	O	Pipa karet (flurorubber)
H	botol pencuci berisi larutan Penjerap	P	Wadah pendingin
I	Pompa penghisap		

Gambar 3.5.5. Rangkaian peralatan pengambil contoh uji Sox

4. Pengambilan contoh uji

- a) peralatan pengambilan contoh uji seperti pada gambar;

- b) masukkan 50 mL larutan penjerap gas ke dalam masing-masing botol penjerap dan masukkan pula 50 mL larutan penjerap gas ke dalam botol pencuci;
- c) masukkan pipa pengambil contoh uji ke dalam cerobong, panaskan sampai suhu 120°C. Pertahankan temperatur pipa selama pengambilan contoh uji;
- d) arahkan aliran gas buang ke posisi pencucian hingga aliran akan melalui botol pencuci;
- e) hidupkan pompa penghisap udara dan atur laju alir antara 1 L/menit sampai 2 L/menit, matikan pompa setelah 5 menit;
- f) arahkan aliran gas buang ke posisi pengambilan contoh uji hingga aliran akan melalui botol penjerap;
- g) baca penunjukkan awal pada gas meter V1 (L);
- h) hidupkan pompa dan lakukan pengambilan contoh uji sampai volume total 20 L dengan mengatur laju alir gas meter antara 1 L/menit sampai 2 L/menit;
- i) catat temperatur dan tekanan pada gas meter saat pengambilan contoh uji;
- j) matikan pompa, tutup aliran gas dan baca penunjukan akhir pada gas meter V2 (L)

5. Persiapan pengujian 4.5.1 Standardisasi H₂SO₄ 0,004 N

- a) pipet 5 mL larutan boraks Na₂B₄O₇ 0,004 N ke dalam labu erlenmeyer, tambahkan 2 sampai 3 tetes indikator SM;
- b) titrasi dengan larutan asam sulfat, H₂SO₄ 0,004 N sampai tepat terjadi perubahan warna larutan menjadi merah kekuningan. Catat volum H₂SO₄ yang digunakan;
- c) lakukan pengujian blanko dengan menggunakan air suling sesuai butir a dan b. Catat volum H₂SO₄ yang digunakan;

- d) hitung konsentrasi H_2SO_4 setelah standardisasi sesuai rumus sebagai berikut:

$$N_a = \frac{V_b \times N_b}{V_a}$$

dengan pengertian:

N_a adalah konsentrasi larutan asam sulfat (N); V

b adalah volum larutan boraks 0,004 N yang dipipet (mL);

N_b adalah normalitas boraks 0,004 N;

V_a adalah volum larutan asam sulfat (mL).

5. Pembuatan kurva kalibrasi

- pipet 0 mL; 5 mL; 10 mL; 15 mL; 20 mL dan 25 mL larutan kerja H_2SO_4 0,004 N ke dalam tabung uji 100 mL dan tambahkan air suling sampai 50 mL;
- tambahkan 10 mL larutan gliserol (1+1) dan 5 mL larutan natrium klorida, lalu kocok;
- tambahkan 0,3 g BaCl_2 dan kocok selama 1 menit
- biarkan selama 4 menit dan aduk kembali dengan baik selama 15 detik;
- masukkan ke dalam kuvet dan baca serapan masing-masing standar dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 420 nm; f) buat kurva kalibrasi antara serapan dengan jumlah ion sulfat (mg). Perhitungan konversi satuan konsentrasi dari normalitas gram ekuivalen ke mg sulfat (SO_4^{2-})

$$C_s = \frac{N_s}{2} \times \frac{96}{98} \times 96$$

dengan pengertian:

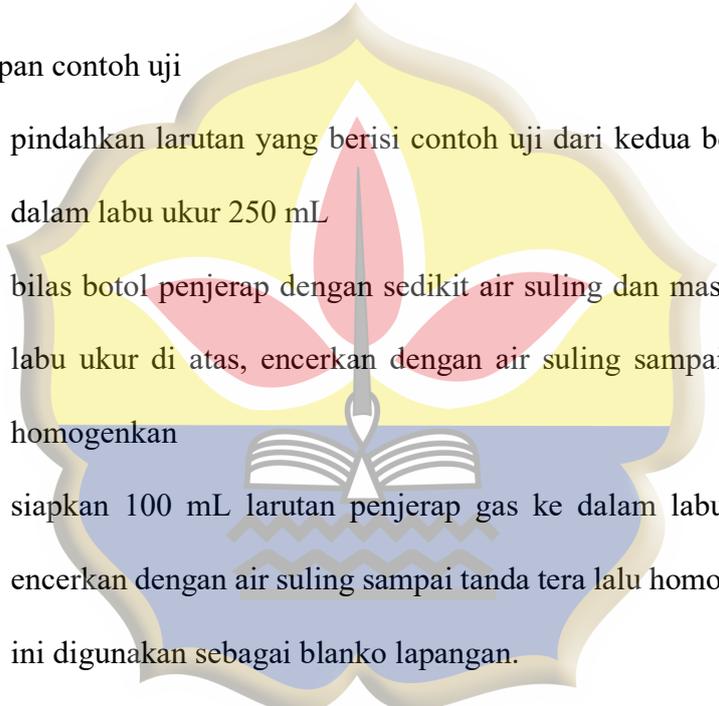
C_s adalah konsentrasi SO_4^{2-} (mg);

N_s adalah konsentrasi SO_4^{2-} (N);

2 adalah faktor untuk mengubah g ekuivalen/L menjadi g mol/L;

96 adalah berat molekul (BM) SO_4^{2-} 98 adalah berat molekul (BM) H_2SO_4 .

6. Persiapan contoh uji

- 
- pindahkan larutan yang berisi contoh uji dari kedua botol penjerap ke dalam labu ukur 250 mL
 - bilas botol penjerap dengan sedikit air suling dan masukkan ke dalam labu ukur di atas, encerkan dengan air suling sampai tanda tera lalu homogenkan
 - siapkan 100 mL larutan penjerap gas ke dalam labu ukur 250 mL, encerkan dengan air suling sampai tanda tera lalu homogenkan. Larutan ini digunakan sebagai blanko lapangan.

7. Pengujian contoh uji

- pipet 50 mL larutan contoh uji pada langkah butir b) ke dalam tabung uji;
- pipet 50 mL larutan blanko pada langkah butir c) ke dalam tabung uji;
- lakukan langkah butir b) sampai e) terhadap contoh uji dan blanko;
- hitung konsentrasi contoh uji dengan menggunakan kurva kalibrasi.

8. Perhitungan Volum contoh uji gas yang diambil

Volum contoh uji gas yang diambil, dikoreksi pada kondisi normal (25°C, 760 mm Hg) dengan menggunakan rumus sebagai berikut

$$V_s = V \cdot \frac{298}{273} \cdot \frac{P}{760} \cdot \frac{P_i}{P}$$

dengan pengertian:

V_s adalah volum contoh uji gas yang diambil pada kondisi normal (L);

V adalah volum dari pembacaan gas meter dengan menghitung $V_2 - V_1$ (L)

P_a adalah tekanan udara atmosfer (mmHg);

P_m adalah tekanan manometer dibaca pada gas meter (mmHg);

P_v adalah tekanan uap air jenuh pada temperatur $t^\circ\text{C}$ (mmHg),

t adalah temperatur gas dibaca pada gas meter ($^\circ\text{C}$); 298 adalah konversi temperatur pada kondisi normal (25°C) ke dalam $^\circ\text{K}$; 273 adalah konversi temperatur standar (0°C) ke dalam $^\circ\text{K}$; 760 adalah tekanan udara standar (mmHg).

9. Konsentrasi SO_x sebagai SO_2 dalam emisi gas buang sumber tidak bergerak
 Konsentrasi SO_x (sebagai SO_2) dalam contoh uji dapat dihitung sebagai berikut :

$$C = \frac{64}{96} \times \frac{(A - B) \times f_p}{V_s} \times 1000$$

dengan pengertian:

C adalah konsentrasi SO_x (mg/Nm^3);

A adalah jumlah ion sulfat pada contoh uji, di dapat dari kurva kalibrasi (mg);

B adalah jumlah ion sulfat pada larutan blanko, didapat dari kurva kalibrasi (mg); fp adalah faktor pengenceran (250/50);

Vs adalah volum contoh gas uji dikoreksi pada kondisi normal pada 25°C, 760 mmHg (L); 64 adalah berat molekul SO₂;

96 adalah berat molekul SO₄;

1000 adalah konversi L ke m



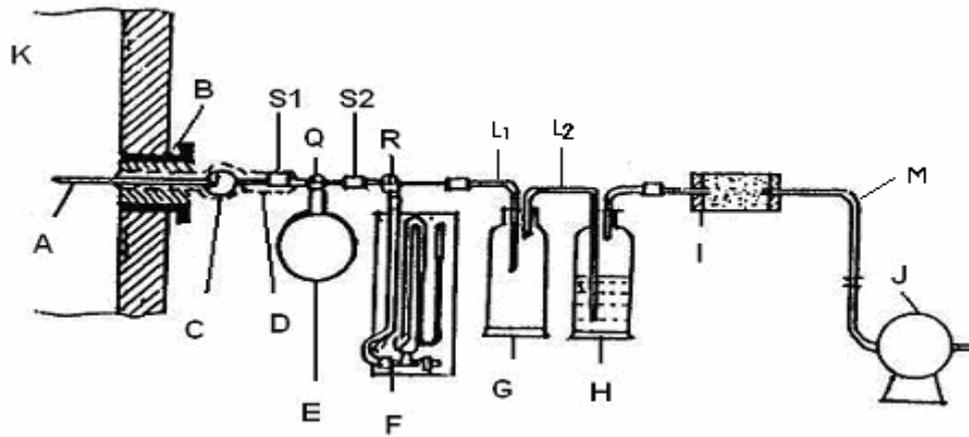
Lampiran 5. Prosedur Pemeriksaan NO_x (SNI 19-7117.5-2005)

1. Prinsip

Pengambilan contoh uji oksida-oksida nitrogen (NO_x) dilakukan dengan cara dihisap kedalam labu vakum yang berisi larutan penjerap. Volume gas yang dihisap sama dengan volum labu vakum dan dikoreksi pada kondisi tekanan dan temperature sebelum pengukuran dan setelah pengukuran. Hasil reaksi antara oksida-oksida nitrogen (NO_x) dan larutan penjerap dianalisis dengan metode) PDS menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 400 nm.

2. Peralatan

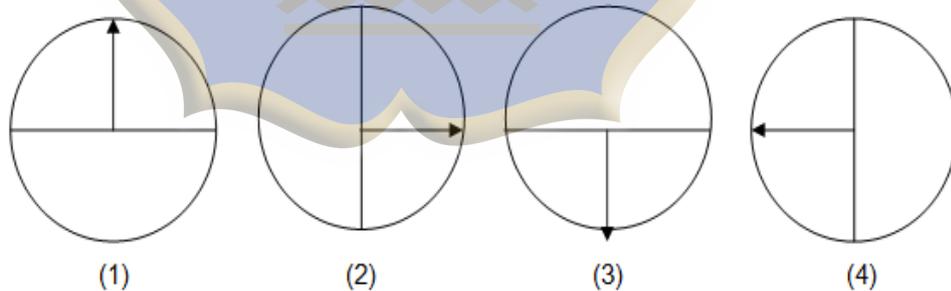
- Peralatan pengambilan gas NO_x seperti gambar 1;
- Labu pengambil contoh gas (labu vakum);
- Spektrofotometer UV-Vis;
- Cawan penguap porselen;
- Batang pengaduk;
- Labu ukur 50 ml; 100 ml dan 1000ml;
- Gelas piala 100 ml dan 500ml;
- Timbangan analitik dengan ketelitian 4desimal;
- Kaca arloji;
- Desikator;
- Pipet volumetrik 1 ml; 5 ml; 10 ml; 15 ml; 20 ml dan 25ml;
- Pipet tetes; dan
- Karet penghisap.



Keterangan gambar

A	Pipa contoh uji gas stainless	I	silica gel
B	isolator panas	J	Pompa hisap
C	glass wool	K	penampang cerobong
D	pemanas ($t > 120\text{ }^{\circ}\text{C}$)	Q, R	Kran cabang tiga
E	Labu cakum contoh uji gas	S1, S2	Selang silikon
F	Manometer Hg tertutup	L1, L2	Pipa gelas
G	Botol kosong (Untuk mencegah Aliran balik)	M	Selang karet
H	Botol pencuci berisi NaOH 4%		

Gambar 3.5.6. Rangkaian peralatan pengambil contoh uji NOx



Gambar 3.5.7. Posisi kran cabang tiga pada labuvakum

Keterangan gambar:

Posisi 1 : Posisi normal aliran gas ke arah pompa atau sebaliknya;

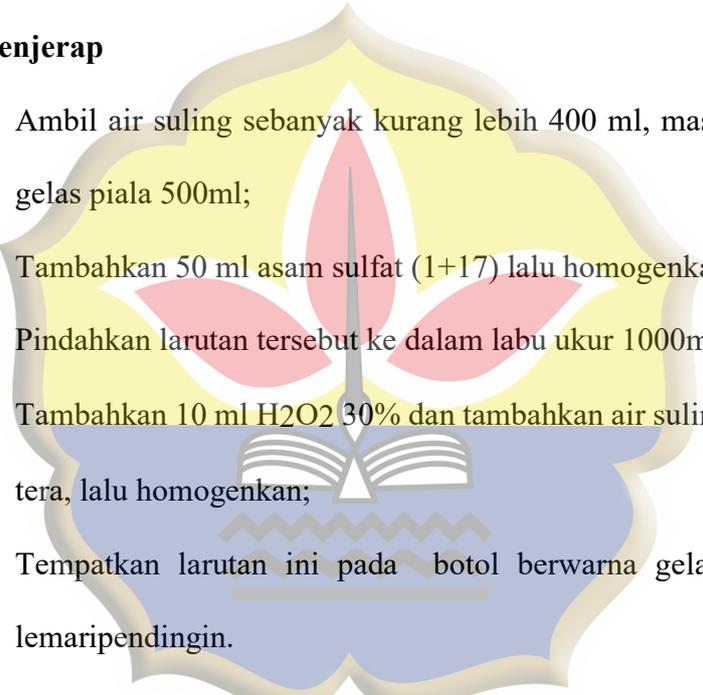
Posisi 2: Posisi terjadi proses pengurangan tekanan dalam labu vakum oleh pompa;

Posisi3: Posisi pengukuran tekanan sebelum dan sesudah pengambilan contoh;

Posisi 4 : Posisi pengambilan contoh supaya mengalir dari cerobong ke labu vakum.

Pereaksi

Larutan penjerap

- 
- Ambil air suling sebanyak kurang lebih 400 ml, masukkan ke dalam gelas piala 500ml;
 - Tambahkan 50 ml asam sulfat (1+17) lalu homogenkan;
 - Pindahkan larutan tersebut ke dalam labu ukur 1000ml;
 - Tambahkan 10 ml H₂O₂ 30% dan tambahkan air suling sampai tanda tera, lalu homogenkan;
 - Tempatkan larutan ini pada botol berwarna gelap, simpan pada lemari pendingin.

CATATAN Larutan penjerap hanya dapat bertahan selama seminggu.

Larutan *Phenol Disulphonic Acid*(PDS)

- Larutkan 25 g phenol ke dalam gelas piala 500 ml yang berisi 150 ml H₂SO₄ pekat lalu panaskan di penangas air hingga fenollarut;
- Diamkan sampai suhu kamar, dinginkan dan tambahkan 75 ml H₂SO₄ berasap atau *fuming* (konsentrasi SO₃ 32%) secara hati-hati dan panaskan di atas penangas air selama 2jam;

- c) Diamkan sampai suhu kamar dan simpan di dalam botol berwarna coklat.

CATATAN Lakukan pembuatan pereaksi PDS di ruang asam.

Larutan induk nitrat (NO_3) 100 μL

- a) Keringkan KNO_3 dalam oven pada suhu $105^\circ\text{C} - 110^\circ\text{C}$ selama 2 jam. Masukkan KNO_3 yang telah kering dalam desikator;
- b) Timbang 0,451 g KNO_3 , larutkan dengan air suling ke dalam gelas piala;
- c) Pindahkan larutan ke dalam labu ukur 1000 ml dan tambahkan air suling sampai tanda tera, lalu homogenkan.

Larutan standar nitrat (NO_3) 10 μL

Pipet 10 mL larutan induk nitrat, masukkan ke dalam labu ukur 1000 mL dan tambahkan air suling sampai tanda tera, lalu homogenkan.

CATATAN Konsentrasi setiap 1mL larutan standar sebanding dengan 10 μL NO_2 .

Larutan natrium hidroksida (NaOH) 25%(b/v)

- a) Masukkan 25 g naoh ke dalam gelas piala 100ml;
- b) Larutkan dengan 50 ml air suling yang diletakkan pada wadah berisi air es, kemudian homogenkan;
- c) Pindahkan larutan tersebut ke dalam labu ukur 100 ml dan tambahkan air suling sampai tanda tera, lalu homogenkan.

Larutan kalium hidroksida (KOH) 5,6%(b/v)

- a) masukkan 5,6 g KOH ke dalam gelas piala 100mL;

- b) larutkan dengan 50 mL air suling, homogenkan;
- c) pindahkan larutan tersebut ke dalam labu ukur 100 mL dan tambahkan air suling sampai tanda tera, lalu homogenkan.

Kertas lakmus

Larutan asam sulfat (H₂SO₄)95%-97%

Cara Uji

Pengambilan contoh uji

Pengisian larutan penjerap

- a) Lepaskan kran cabang tiga (Q) dari labu pengambil contoh (E) sesuai Gambar 1;
- b) Masukkan 20 ml larutan penjerap ke dalam labu pengambil contoh (E) dengan menggunakan pipet volum, kemudian tutup lagi dengan kran cabang tiga yang telah diberi *silicon grease*.

Pengurangan tekanan

- a) Hubungkan labu (E) yang berisi larutan penjerap ke rangkaian sesuai Gambar 1;
- b) Putar kran (Q) dan (R) pada posisi no. (1), hidupkan pompa;
- c) Putar kran (Q) pada posisi no. (2) dan kran (R) pada posisi no(1);
- d) Kurangi tekanan dalam labu (E) sampai larutan penjerap mengeluarkan gelembung- gelembung;
- e) Putar kran (Q) pada posisi no. (1) dan matikan pompa vakum.

Pembilasan rangkaian peralatan pengambilan contoh ujigas

- a) Hubungkan labu (E) seperti pada gambar1;
- b) Putar kran (R) pada posisi no (3) dan kran (Q) masih berada pada posisi no.(1);
- c) Hisap gas buang untuk membilas seluruh rangkaian pipa peralatan pengambilan contoh uji dengan menghidupkan pompa vakum (J) selama 5 menit.

Pengukuran tekanan dan temperatur sebelum pengambilan gas buang

- a) Sebelum pengambilan gas buang, putar kran (R) pada posisi no (4), kemudian putar kran (Q) pada posisinya.(2);
- b) Catat tekanan vakum (P_i) dalam labu (E) menggunakan manometer tertutup (F). Pada waktu yang bersamaan catat temperatur ruang(t_i).

Pengambilan gas

- a) Putar kran (Q) pada posisi no (4) untuk pengambilan gas, diamkan selama 10 detik, putar kran (Q) pada posisinya.(1);
- b) Lepaskan labu (E) dari rangkaian pengambil contoh gas dan kocok selama 1 menit;
- c) Simpan labu di dalam kotak yang aman.

Pengukuran tekanan dan temperatur sesudah pengambilan contoh ujigas

- a) Diamkan labu (E) sampai mencapai temperatur kamar selama 16 jam atau lebih;
- b) Kocok labu (E) lalu hubungkan kran (Q) dengan manometer Hg

terbuka;

- c) Putar kran (Q) pada posisi no. (2) dan baca tekanan (Pf) dalam labu (E) menggunakan manometer;
- d) Putar kran (Q) pada posisi no.(1). Pada waktu yang sama ukur dan catat tekanan atmosfer (Pa) dan temperatur ruang(tf).

Persiapan pengujian

Pembuatan kurva kalibrasi

- a) Pipet 0 ml; 5 ml; 10 ml; 15 ml; 20 ml; dan 25 ml larutan standar NO_3^- pada beberapa cawan penguap. Larutan ini masing-masing mengandung 0 μl ; 50 μl ; 100 μl ; 150 μl ; 200 μl dan 250 μl NO_2 ;
- b) Tambahkan 20 ml larutan penjerap ke dalam masing-masing cawan penguap;
- c) Tambahkan larutan KOH 5,6% (b/v) tetes demi tetes ke dalam cawan penguap sampai bersifat basa, uji dengan kertas lakmus;
- d) Uapkan di atas penangas air sampai kering dan membentuk kristal;
- e) Diamkan sampai suhu kamar tambahkan 2 ml larutan PDS kemudian aduk dengan batang pengaduk sampai seluruh Kristal larut;
- f) Tambahkan 1 ml air suling dan 4 tetes H_2SO_4 p, lalu panaskan pada penangas air selama 3 menit sambil diaduk;
- g) Diamkan sampai suhu kamar, kemudian tambahkan 10 ml air suling dan aduk dengan baik;
- h) Masukkan 15 ml naoh 25 % (b/v) ke dalam cawan penguap;

- i) Saring larutan dengan kertas saring dan tampung filtrat dalam labu ukur 100 ml berwarna coklat;
- j) Bilas cawan penguap dengan sedikit air suling dan ulangi pembilasan beberapakali.
- k) Masukkan cairan pembilas ini ke dalam labu ukur dan tambahkan air suling sampai tandatera;
- l) Masukkan sebagian larutan ini ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer;
- m) Baca dan catat serapan pada panjang gelombang 400nm;
- n) Buat kurva kalibrasi antara serapan dengan jumlah ion $\text{NO}_3(\square\text{L})$.

CATATAN Lakukan langkah pada butir c sampai f di dalam ruang asam.

Pengujian contoh uji

- a) pindahkan contoh uji yang telah diambil ke cawan penguap, bilas labu dengan sedikit air suling;
- b) tambahkan bilasan ke dalam cawan penguap, ulangi pembilasan sampai tigakali;

lakukan langkah-langkah sesuai pada 4.5.1 butir c) sampai m).

Perhitungan

Koreksi volum hisap yang diambil

Volum contoh uji gas yang diambil, dihitung sebagai berikut:

$$V_s = (V - 20) \times \frac{298}{760} \times \left(\frac{P_f - P_{nf}}{273 + t_f} - \frac{P_i - P_{ni}}{273 + t_i} \right)$$

dengan pengertian:

V_s adalah volum gas yang diambil(mL);

V adalah volum labu vakum atau labu E(mL);

P_f adalah tekanan dalam labu sesudah pengambilan contoh(mmHg);

P_{nf} adalah tekanan uap jenuh diukur pada $t_f^\circ\text{C}$, lihat Lampiran A(mmHg);

P_i adalah tekanan vakum dalam botol sebelum pengambilan contohuji(mmHg);

P_{ni} adalah tekanan uap jenuh pada $t_i^\circ\text{C}$ (mmHg);

t_i adalah temperatur ketika P_i diukur sebelum pengambilan contohuji($^\circ\text{C}$);

t_f adalah temperatur ketika P_f diukur sesudah pengambilan contoh uji($^\circ\text{C}$);

273 adalah konversi temperatur 0°C kedalam derajat Kelvin;

298 adalah konversi temperatur 25°C kedalam derajat Kelvin;

760 adalah tekanan udara pada kondisi normal.

Konsentrasi oksida-oksida nitrogen(NO_x)

$$C = \frac{V}{V_s} \times 1000$$

dengan pengertian:

- C adalah konsentrasi oksida-oksida nitrogen(ppm);
- V adalah jumlah NO₂ yang diperoleh dengan bantuan kurva kalibrasi(μL);
- V_s adalah volum contoh uji gas dikoreksi pada kondisi 25°C, 760 mm Hg(mL);
- 1000 adalah konversi dari mL keL.

Konversi konsentrasi oksida-oksida nitrogen (NO_x) sebagai NO₂ dalam emisi gas buang sumber tidak bergerak

Apabila konsentrasi oksida nitrogen (NO_x) sebagai NO₂ dalam emisi gas buang sumber tidak bergerak akan dihitung dalam satuan mg/Nm³, maka nilai ppm dari hasil nilai perhitungan diubah dengan rumus sebagai berikut:

$$C_n = C \times \frac{46}{24,45}$$

dengan pengertian:

- C_n adalah konsentrasi NO₂ dalam mg/Nm³;
- C adalah konsentrasi NO₂ dalam ppm;
- 46 adalah berat molekul NO₂;
- 24,45 adalah volum gas (L) dikoreksi pada kondisi normal 25°C, 760 mmHg.

Lampiran 6. Hasil analisis laboratorium terhadap konsentrasi Emisi gas buang pada industri pengolahan kelapa sawit yang menggunakan boiler berbahan bakar batubara di Kabupaten Muaro Jambi



PEMERINTAH PROVINSI JAMBI
DINAS LINGKUNGAN HIDUP
UPTD LABORATORIUM LINGKUNGAN DAERAH
 Jalan K.H Agus Salim No. 07 Kota Baru Jambi, Telp/Fax : (0741) 40706
 E - mail : lablinkprovjbi@yahoo.com Jambi - 36137



LAPORAN HASIL UJI

Report Of Analysis

No. : 938 / LHU / L2JBI / VII / 18

Nama Customer : PT. Sungai Bahar Pasifik Utama
Customer Name
Alamat : Jambi
Address
Jenis Sampel : Udara Emisi
Type of sample (s)
Nomor Sampel : 042/UE/VII/18
Number of Sample No. FPPS : 042/UE/VII/18 (B - R)
Tanggal Sampling : 25 Juli 2018
Sampling Date B : Sampel diambil petugas internal Lab
Tanggal Penerimaan : 25 Juli 2018
Received Date R : Sampel rutin
Tanggal Pengujian : 25 Juli - 10 Agustus 2018
Date of Analysis
Uraian Contoh Uji : Boiler Merk Takuma N 130 D Kapasitas 45 ton/jam, Bahan Bakar Gangkang
Description of sample
 1. Hari 3 : Pagi
 2. Hari 3 : Siang
 3. Hari 3 : Sore

NO	PARAMETER PARAMETERS	SATUAN UNIT	HASIL UJI TEST RESULT			SPESIFIKASI METODE METHOD SPESIFICATION	BAKU MUTU STANDARD
			1	2	3		
1	SO _x	mg/Nm ³	34.6	36.5	33.2	Phenol Disulphonic Acid	600
2	NO _x	mg/Nm ³	69.4	73.4	68.4	Saltzman	800
3	Partikulat	mg/Nm ³	278.2	280.4	276.4	Isokinetik	300

* : Berdasarkan PerMenLH No. 07 Tahun 2007

Catatan : 1. Hasil Analisis ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji

Notes These analytical results are only valid for the tested sample

2. Sertifikat Hasil Uji ini tidak boleh digandakan tanpa seizin Laboratorium, kecuali secara lengkap
 The certificate shall not reproduced (copied) without the written permission of the Laboratory, except for the completed one

3. Sertifikat ini terdiri dari 1 (satu) halaman
 This certificate consist of 1 (one) page

Jambi, 10 Agustus 2018
MANAJER TEKNIS UPTD LABORATORIUM LINGKUNGAN DAERAH
DLH PROVINSI JAMBI
 TECHNICAL MANAGER OF UPTD LABORATORIUM LINGKUNGAN DAERAH
 DLH PROVINSI JAMBI

Nora Linda, ST
 NIP. 19721005 199603 2 002

D:/AKREDITASI/2018/udara/Hsl PT.Sugiarto/emisi/hal.3
 DP/5.10.4/L2JBI



PEMERINTAH PROVINSI JAMBI
DINAS LINGKUNGAN HIDUP
UPTD LABORATORIUM LINGKUNGAN DAERAH
 Jalan K.H. Agus Salim No. 07 Kota Baru Jambi, Telp/Fax : (0741) 40706
 E-mail : tablinkprovjbi@yahoo.com Jambi - 36137



LAPORAN HASIL UJI

Report Of Analysis
 No. : 917 / LHU / L2JBI / VII / 18

Nama Customer : PT. Sungai Bahar Pasifik Utama
Customer Name
Alamat : Jambi
Address
Jenis Sampel : Udara Emisi
Type of sample (s)
Nomor Sampel : 040/UE/VII/18 No. FPPS : 040/UE/VII/18 (B - R)
Number of Sample
Tanggal Sampling : 18 Juli 2018 B : Sampel diambil petugas internal Lab
Sampling Date R : Sampel rutin
Tanggal Penerimaan : 18 Juli 2018
Received Date
Tanggal Pengujian : 18 Juli - 03 Agustus 2018
Date of Analysis
Uraian Contoh Uji : Boiler Merk Takuma N 130 D Kapasitas 45 ton/jam, Bahan Bakar Gangkang
Description of sample
 1. Hari 2 : Pagi
 2. Hari 2 : Siang
 3. Hari 2 : Sore

NO	PARAMETER	SATUAN	HASIL UJI			SPESIFIKASI METODE	BAKU MUTU
			TEST RESULT				
			1	2	3		
PARAMETERS	UNIT				METHOD SPESIFICATION	STANDARD	
1	SO _x	mg/Nm ³	31.8	33.2	30.9	Phenol Disulphonic Acid	600
2	NO _x	mg/Nm ³	70.8	72.6	69.4	Saltzman	800
3	Partikulat	mg/Nm ³	274.6	277.4	273.8	Isokinetik	300

* : Berdasarkan PerMe/LH No. 07 Tahun 2007

Catatan : 1. Hasil Analisis ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji

Notes These analytical results are only valid for the tested sample

2. Sertifikat Hasil Uji ini tidak boleh digandakan tanpa seizin Laboratorium, kecuali secara lengkap
 The certificate shall not reproduced (copied) without the written permission of the Laboratory,
 except for the completed one

3. Sertifikat ini terdiri dari 1 (satu) halaman
 This certificate consist of 1 (one) page

Jambi, 03 Agustus 2018
MANAJER TEKNIS UPTD LABORATORIUM LINGKUNGAN DAERAH
DLH PROVINSI JAMBI
 TECHNICAL MANAGER OF UPTD LABORATORIUM LINGKUNGAN DAERAH
 DLH PROVINSI JAMBI

Nora Linda, ST
 NIP. 19721005 199603 2 002



PEMERINTAH PROVINSI JAMBI
DINAS LINGKUNGAN HIDUP
UPTD LABORATORIUM LINGKUNGAN DAERAH

Jalan K.H. Agus Salim No. 07 Kota Baru Jambi, Telp/Fax : (0741) 40706
 E-mail : lablinkprovjbi@yahoo.com Jambi - 36137



LAPORAN HASIL UJI

Report Of Analysis

No. : 877 / LHU / L2JBI / VII / 18

Nama Customer : PT. Sungai Bahar Pasifik Utama
Customer Name
Alamat : Jambi
Address
Jenis Sampel : Udara Emisi
Type of sample (s)
Nomor Sampel : 038/UE/VII/18
Number of Sample No. FPPS : 038/UE/VII/18 (B - R)
Tanggal Sampling : 10 Juli 2018
Sampling Date B : Sampel diambil petugas internal Lab
Tanggal Penerimaan : 10 Juli 2018
Received Date R : Sampel rutin
Tanggal Pengujian : 10 - 26 Juli 2018
Date of Analysis
Uraian Contoh Uji : Boiler Merk Takuma N 130 D Kapasitas 45 ton/jam, Bahan Bakar Cangkang
Description of sample 1. Hari 1 : Pagi
 2. Hari 1 : Siang
 3. Hari 1 : Sore

NO	PARAMETER	SATUAN	HASIL UJI			SPESIFIKASI METODE	BAKU MUTU
			TEST RESULT				
			1	2	3		
PARAMETERS	UNIT	1	2	3	METHOD SPECIFICATION	STANDARD	
1	SO _x	mg/Nm ³	32.4	33.5	31.2	Phenol Disulphonic Acid	600
2	NO _x	mg/Nm ³	70.6	71.8	69.6	Saltzman	800
3	Partikulat	mg/Nm ³	272.4	274.8	271.2	Isokinetik	300

* : Berdasarkan PerMenLH No. 07 Tahun 2007

Catatan : 1. Hasil Analisis ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji

These analytical results are only valid for the tested sample

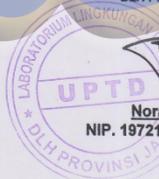
2. Sertifikat Hasil Uji ini tidak boleh digandakan tanpa izin Laboratorium, kecuali secara lengkap

The certificate shall not reproduced (copied) without the written permission of the Laboratory, except for the completed one

3. Sertifikat ini terdiri dari 1 (satu) halaman

This certificate consist of 1 (one) page

Jambi, 26 Juli 2018
MANAJER TEKNIS UPTD LABORATORIUM LINGKUNGAN DAERAH
DLH PROVINSI JAMBI
 TECHNICAL MANAGER OF UPTD LABORATORIUM LINGKUNGAN DAERAH
 DLH PROVINSI JAMBI



[Signature]

Nora Linda, ST
 NIP. 19721005 199603 2 002

D:\AKREDITASI\2018\udara\Hsl PT.Sugiarto/emisi\hal.1
 DP/5.10.4/L2JBI

Lampiran 7. Hasil analisis laboratorium terhadap konsentrasi Emisi gas buang pada industri pengolahan kelapa sawit yang menggunakan boiler berbahan bakar cangkang



**PEMERINTAH PROVINSI JAMBI
DINAS LINGKUNGAN HIDUP
UPTD LABORATORIUM LINGKUNGAN DAERAH**

Jalan K.H. Agus Salim No. 07 Kota Baru Jambi, Telp/Fax : (0741) 40706
E-mail : lablinkprovjbi@yahoo.com Jambi - 36137



KAN
Komite Akreditasi Nasional
Laboratorium Penguji
LP - 413 - IDN

No. Registrasi Kompetensi
00056/PJLABLING-11/RK/11H

LAPORAN HASIL UJI
Report Of Analysis
No. : 878 / LHU / L2JBI / VII / 18

Nama Customer : PT. Kurnia Tunggal Nugraha
Customer Name
Alamat : Jambi
Address
Jenis Sampel : Udara Emisi
Type of sample (s)
Nomor Sampel : 039/UE/VII/18
Number of Sample No. FPPS : 039/UE/VII/18 (B - R)
Tanggal Sampling : 11 Juli 2018
Sampling Date B : Sampel diambil petugas internal Lab
R : Sampel rutin
Tanggal Penerimaan : 11 Juli 2018
Received Date
Tanggal Pengujian : 11 - 27 Juli 2018
Date of Analysis
Uraian Contoh Uji : Boiler Merk Takuma Kapasitas 45 ton/jam, Bahan Bakar Batu Bara
Description of sample
1. Hari 1 : Pagi
2. Hari 1 : Siang
3. Hari 1 : Sore

NO	PARAMETER	SATUAN	HASIL UJI			SPESIFIKASI METODE	BAKU MUTU
			TEST RESULT				
	PARAMETERS	UNIT	1	2	3	METHOD SPESIFICATION	STANDARD
1	SO _x	mg/Nm ³	43.4	44.6	41.8	Phenol Disulphonic Acid	750
2	NO _x	mg/Nm ³	76.8	77.2	75.4	Saltzman	825
3	Partikulat	mg/Nm ³	283.2	285.6	282.4	Isokinetik	230

* : Berdasarkan PerMenLH No. 07 Tahun 2007 Lampiran IV
Catatan: 1. Hasil Analisis ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji
Notes These analytical results are only valid for the tested sample
2. Sertifikat Hasil Uji ini tidak boleh digandakan tanpa seizin Laboratorium, kecuali secara lengkap
The certificate shall not reproduced (copied) without the written permission of the Laboratory, except for the completed one
3. Sertifikat ini terdiri dari 1 (satu) halaman
This certificate consist of 1 (one) page

Jambi, 27 Juli 2018
**MANAJER TEKNIS UPTD LABORATORIUM LINGKUNGAN DAERAH
DLH PROVINSI JAMBI**
TECHNICAL MANAGER OF UPTD LABORATORIUM LINGKUNGAN DAERAH
DLH PROVINSI JAMBI



Nora Linda, ST
NIP. 19721005 199603 2 002

D:\AKREDITASI\2018\udara\Hsl.PT.Sugiarto\emisi\hal.1
DP/5.10.4/L2JBI



PEMERINTAH PROVINSI JAMBI
DINAS LINGKUNGAN HIDUP
UPTD LABORATORIUM LINGKUNGAN DAERAH
 Jalan K.H.Agus Salim No. 07 Kota Baru Jambi, Telp/Fax : (0741) 40706
 E - mail : tablinkprovjbi@yahoo.com Jambi - 36137



LAPORAN HASIL UJI

Report Of Analysis

No. : 918 / LHU / L2JBI / VII / 18

Nama Customer : PT. Kurnia Tunggal Nugraha
Customer Name
Alamat : Jambi
Address
Jenis Sampel : Udara Emisi
Type of sample (s)
Nomor Sampel : 041/UE/VII/18
Number of Sample No. FPPS : 041/UE/VII/18 (B - R)
Tanggal Sampling : 19 Juli 2018
Sampling Date B : Sampel diambil petugas internal Lab
 R : Sampel rutin
Tanggal Penerimaan : 19 Juli 2018
Received Date
Tanggal Pengujian : 19 Juli - 06 Agustus 2018
Date of Analysis
Uraian Contoh Uji : Boiler Merk Takuma Kapasitas 45 ton/jam, Bahan Bakar Batu Bara
Description of sample
 1. Hari 2 : Pagi
 2. Hari 2 : Siang
 3. Hari 2 : Sore

NO	PARAMETER	SATUAN	HASIL UJI			SPESIFIKASI METODE	BAKU MUTU
			TEST RESULT	1	2		
	PARAMETERS	UNIT				METHOD SPECIFICATION	STANDARD
1	SO _x	mg/Nm ³	43.2	45.1	42.4	Phenol Disulphonic Acid	750
2	NO _x	mg/Nm ³	76.4	79.4	76.7	Saltzman	825
3	Partikulat	mg/Nm ³	286.6	288.9	284.2	Isokinetik	230

* : Berdasarkan PerMer/LH No. 07 Tahun 2007 Lampiran IV
Catatan : 1. Hasil Analisis ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji
These analytical results are only valid for the tested sample
 2. Sertifikat Hasil Uji ini tidak boleh digandakan tanpa seijin Laboratorium, kecuali secara lengkap
The certificate shall not reproduced (copied) without the written permission of the Laboratory, except for the completed one
 3. Sertifikat ini terdiri dari 1 (satu) halaman
This certificate consist of 1 (one) page

Jambi, 06 Agustus 2018
MANAJER TEKNIS UPTD LABORATORIUM LINGKUNGAN DAERAH
DLH PROVINSI JAMBI
 TECHNICAL MANAGER OF UPTD LABORATORIUM LINGKUNGAN DAERAH
 DLH PROVINSI JAMBI

Nora Linda, ST
 NIP. 19721005 199603 2 002



PEMERINTAH PROVINSI JAMBI
 DINAS LINGKUNGAN HIDUP
 UPTD LABORATORIUM LINGKUNGAN DAERAH
 Jalan K.H. Agus Salim No. 07 Kota Baru Jambi, Telp/Fax : (0741) 40706
 E-mail : lablinkprovjbi@yahoo.com Jambi - 36137



LAPORAN HASIL UJI

Report Of Analysis

No. : 939 / LHU / L2JBI / VII / 18

Nama Customer : PT. Kurnia Tunggal Nugraha
Customer Name
Alamat : Jambi
Address
Jenis Sampel : Udara Emisi
Type of sample (s)
Nomor Sampel : 043/UE/VII/18
Number of Sample No. FPPS : 043/UE/VII/18 (B - R)
Tanggal Sampling : 26 Juli 2018
Sampling Date B : Sampel diambil pelugas internal Lab
 R : Sampel rutin
Tanggal Penerimaan : 26 Juli 2018
Received Date
Tanggal Pengujian : 26 Juli - 13 Agustus 2018
Date of Analysis
Uraian Contoh Uji : Boiler Merk Takuma Kapasitas 45 ton/jam, Bahan Bakar Batu Bara
Description of sample
 1. Hari 3 : Pagi
 2. Hari 3 : Siang
 3. Hari 3 : Sore

NO	PARAMETER	SATUAN	HASIL UJI			SPESIFIKASI METODE	BAKU MUTU
			TEST RESULT				
	PARAMETERS	UNIT	1	2	3	METHOD SPESIFICATION	STANDARD
1	SO _x	mg/Nm ³	45.6	47.6	44.6	Phenol Disulphonic Acid	750
2	NO _x	mg/Nm ³	77.2	79.9	76.8	Saltzman	825
3	Partikulat	mg/Nm ³	284.6	291.4	282.4	Isokinetik	230

- * : Berdasarkan PerMenLH No. 07 Tahun 2007 Lampiran IV
- Catatan :**
1. Hasil Analisis ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji
These analytical results are only valid for the tested sample
 2. Sertifikat Hasil Uji ini tidak boleh digandakan tanpa izin Laboratorium, kecuali secara lengkap
The certificate shall not reproduced (copied) without the written permission of the Laboratory, except for the completed one
 3. Sertifikat ini terdiri dari 1 (satu) halaman
This certificate consist of 1 (one) page

Jambi, 13 Agustus 2018
 MANAJER TEKNIS UPTD LABORATORIUM LINGKUNGAN DAERAH
 DLH PROVINSI JAMBI
 TECHNICAL MANAGER OF UPTD LABORATORIUM LINGKUNGAN DAERAH
 DLH PROVINSI JAMBI

Nora Linda, ST K
 NIP. 19721005 199603 2 002

D:\AKREDITASI\2018\udara\Hsl PT.Sugiarto\emis\hal.3
 DP\5.10.4\L2JBI