

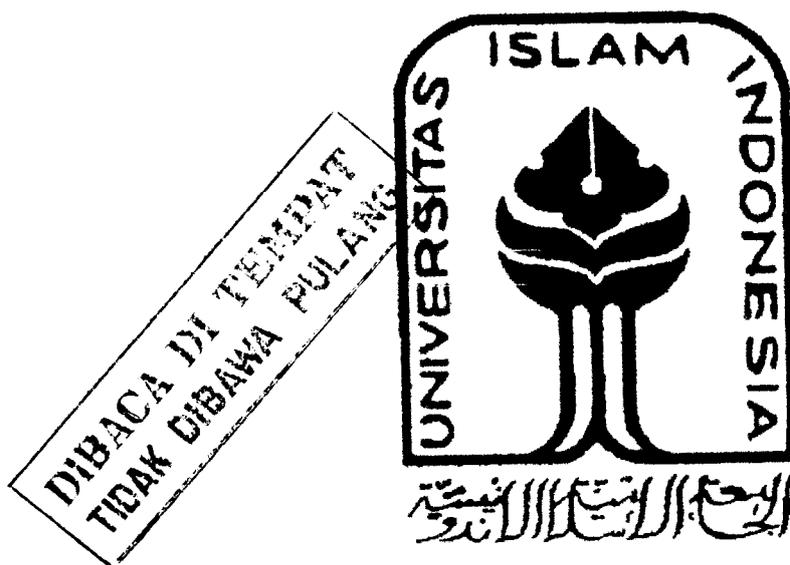
NO : TA/TL/2005/0041

PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HADIAH/BELE	
TGL. TERIMA :	27 Juni 2005
NO. JUDUL :	00485
NO. INV. :	61200001905001
NO. INDUK :	

TUGAS AKHIR

**PENURUNAN SULFUR OKSIDA (SO_x) DAN HIDROKARBON (HC) PADA
EMISI GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR RODA EMPAT DENGAN
BAHAN BAKAR BENSIN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI BENTONIT
TERPILARISASI TiO₂**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Untuk Memenuhi Sebagian
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Lingkungan**



disusun oleh

NOVITRIA SISKAWATI

00 513 006

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

JOGJAKARTA

2005

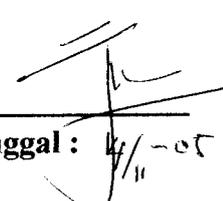
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**PENURUNAN SULFUR OKSIDA (SO_x) DAN HIDROKARBON (HC) PADA
EMISI GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR DENGAN BAHAN BAKAR
BENSIN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI BENTONIT TERPILARISASI TiO₂**

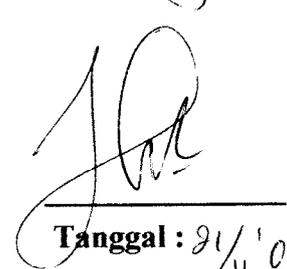
Nama : Novitria Siskawati
No. Mahasiswa : 00.513.006
Program Studi : Teknik Lingkungan

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I
Dr.Drs.Ir. Kris Tri Basuki Msc, APU


Tanggal : 4/11/05

Dosen Pembimbing II
Hudori, ST


Tanggal : 21/11/05

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**PENURUNAN SULFUR OKSIDA (SO_x) DAN HIDROKARBON (HC) PADA
EMISI GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR RODA EMPAT BAHAN
BAKAR BENSIN DENGAN TEKNOLOGI BENTONIT TERPILARISASI TiO₂**

Disusun dan dipersiapkan oleh :

NOVITRIA SISKAWATI

00 513 006

Telah disetujui dan disahkan oleh

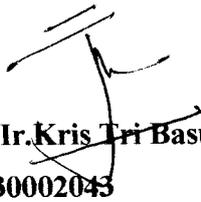
Pusat Penelitian Pengembangan Teknologi Maju

(P3TM – BATAN) Jogjakarta pada tanggaldan dinyatakan

telah memenuhi persyaratan

Mengesahkan

Kepala Bidang Teknofisikokimia



Dr. Drs. Ir. Kris Tri Basuki Msc. APU

Nip : 330002043

Pembimbing

P3TM – BATAN



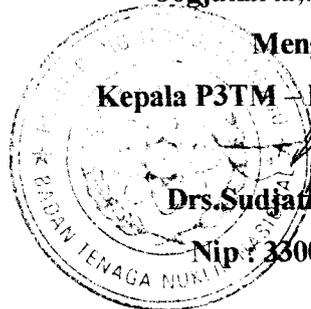
Dr. Drs. Ir. Kris Tri Basuki Msc. APU

Nip : 330002043

Jogjakarta,.....

Mengetahui

Kepala P3TM – BATAN Jogjakarta



Drs. Sudjatmoko. SU. APU

Nip : 330001101



PERSEMBAHAN KU

*UNTUK TUHAN YANG MAHA ESA YANG TELAH
MEMBERIKAN RAHMAT DAN HIDAYAH NYA*

*KEDUA ORANG TUA KU (PAPA DAN MAMA) YANG TELAH
MEMBERIKAN BANYAK NASEHAT DAN SELALU DOA
SEHINGGA ANANDA DAPAT MENYELESAIKAN TUGAS
AKHIR INI DENGAN BAIK*

*SELURUH KELUARGA BESAR KU YANG TAK HENTINYA
MEMBERIKAN KU SEMANGAT*

*DANANG PURNOMO.....TERIMA KASIH ATAS SEGALA
KASIH SAYANG SERTA PERHATIAN MU*





MOTTO

*Bacalah dengan (menyebut) nama tuhanmu yang menciptakan .Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah..yang mengajarkan manusia dengan perantara kalam.dia mengajarkan kepada manusia apa yang tidak diketahuinya.
(QS AL-ALAQ)*

*Dialah yang telah menciptakan bagimu bumi yang terhampar dan langit yang menaungi kemudian pula yang menurunkan air dari langit yang karenanya keluar aneka buah-buahan sebagai rezeki untukmu maka janganlah kamu buat sekutu untuk allah padahal kamu tahu.
(QS AL-BAQARAH 22)*

*Dan bersama kesukaran pasti ada kemudahan.
(QS ASY-SYARH 6)*



KATA PENGANTAR

Ungkapan puji dan syukur penyusun ucapkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan Rahmat dan karunia Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

Tugas ini diajukan untuk memenuhi prasyarat akademis untuk mencapai gelar S-1, Program studi Teknik Lingkungan, Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia jogjakarta.

Penyusun mengambil judul : ***“Penurunan Sulfur Oksida (SOx) dan Hidrokarbon (HC) Pada Kendaraan Bermotor Roda Empat Dengan Bahan Bakar Bensin Menggunakan Teknologi Bentonit Terpillarisasi TiO₂”***

Tugas akhir ini dapat terselesaikan berkat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, Untuk itu penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

- 1) Tuhan Yang Maha Esa, Yang telah banyak memberikan karunia- Nya.
- 2) Kedua orang tua, Terima kasih atas segala doa dan semangat yang telah diberikan selama ini.
- 3) Prof.Ir.H.Widodo MSCE.Ph.D, Selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
- 4) Ir.H.Kasam MT, Sebagai Ketua Jurusan Teknik Lingkungan.
- 5) Bpk Dr.Ir.Drs.Kris Tri Basuki MSc.APU Sebagai Dosen Pembimbing I yang telah banyak membantu penulis dalam pelaksanaan tugas akhir ini hingga selesai.
- 6) Bpk Hudori.ST Sebagai Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan masukan pada penulis dalam pelaksanaan tugas akhir ini hingga selesai.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN I	ii
LEMBAR PENGESAHAN II	iii
PERSEMBAHAN	iv
MOTTO	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR GRAFIK	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Lingkungan.....	6
2.2 Pencemaran Udara.....	6
2.2.1 Udara.....	6
2.2.2 Pencemaran Udara.....	8
2.2.3 Klasifikasi Pencemaran Udara.....	9
2.2.4 Dampak Pencemaran Udara.....	12
2.3 Gas Sulfur Oksida (SO _x).....	12

2.3.1 Sumber Pencemaran Sulfur Oksida.....	12
2.3.2 Karakteristik Sulfur Oksida.....	14
2.3.3 Penyebaran Gas Sulfur Oksida.....	15
2.3.4 Dampak Pencemaran Sulfur Oksida.....	17
2.3.4.1 Dampak SO _x Terhadap manusia.....	17
2.3.4.2 Dampak SO _x Terhadap lingkungan.....	18
2.4 Hidrokarbon (HC).....	19
2.4.1 Sifat Senyawa Hidrokarbon.....	19
2.4.2 Ikatan Hidrokarbon.....	19
2.4.2.1 Ikatan Lurus.....	20
2.4.2.2 Ikatan Cincin.....	20
2.4.2.3 Ikatan Rangkap.....	21
2.4.3 Struktur Senyawa Hidrokarbon.....	21
2.4.4 Dampak Pencemaran Hidrokarbon.....	22
2.4.4.1 Dampak Bagi Manusia.....	24
2.4.4.2 Dampak Bagi Hewan dan Tumbuhan.....	24
2.5 Kendaraan Bermotor.....	26
2.5.1 Proses Pembakaran.....	26
2.5.2 Mekanisme SO _x dari Kendaraan bermotor.....	27
2.6 Pemakaian Bahan Bakar.....	27
2.7 Aspek Bahan Bakar Minyak (BBM).....	29
2.8 Adsorpsi.....	30
2.9 Bentonit.....	32
2.10 Konsep Pilarisasi.....	36
2.11 Fotokatalis.....	39
2.12 Titanium Dioksida (TiO ₂).....	40

BAB III METODELOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian.....	42
3.2 Objek Penelitian.....	42

3.3 Lokasi Penelitian.....	42
3.4 Variabel Penelitian.....	42
3.5 Bahan dan Alat Penelitian.....	43
3.6 Tahapan Penelitian.....	43
3.6.1 Tahapan Persiapan.....	43
3.6.2 Tahapan Pembuatan Media Penyerap.....	44
3.6.3 Perbandingan Perekat.....	45
3.6.4 Pemilihan Perekat.....	46
3.6.5 Gambar alat penelitian.....	46
3.7 Tahapan Pelaksanaan Percobaan.....	47
3.7.1 Sulfur Oksida (SO _x).....	47
3.7.1.1 Metode Analisa.....	47
3.7.2 Hidrokarbon (HC).....	50
3.7.2.1 Metode Analisa.....	50
3.8 Analisa Data.....	52
3.9 Digram Alir Penelitian.....	52
3.10 Diagram Alir Pelaksanaan Percobaan.....	53

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian.....	53
4.2 Efisiensi Penyerapan Emisi Gas Buang Oleh Bentonit Terpilarisasi TiO ₂	60

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	64
5.2 Saran.....	65

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel. 1 Komposisi udara kering dan udara bebas pencemaran.....	7
Tabel. 2 Toksisitas relatif polutan.....	10
Tabel. 3 Perkiraan persentasi komponen pencemar udara dari sumber pencemar transportasi di indonesia.....	11
Tabel. 4 Sumber pencemar SO ₂	14
Tabel. 5 Pengaruh gas SO ₂ terhadap manusia.....	18
Tabel. 6 Sumber Pencemar HC.....	23
Tabel. 7 Toksisitas hidrokarbon aromatik jenuh.....	24
Tabel. 8 Perbedaan keawetan antara Na-bentonit dan Ca-bentonit.....	34
Tabel. 9 Perbedaan sifat fisik antara Na- bentonit dan Ca-bentonit.....	34
Tabel. 10 Sifat fisik dan mekanis TiO ₂ yang khas.....	41
Tabel. 11 Penggunaan pengujian perekat menggunakan TiO ₂	45
Tabel. 12 Penggunaan pengujian perekat tanpa TiO ₂	46
Tabel. 13 Data analisis Hidrokarbon (HC).....	55
Tabel. 14 Data analisis Sulfur Oksida (SO _x).....	56
Tabel. 15 Data persentase penurunan Hidrokarbon (HC).....	58
Tabel. 16 Data persentase penurunan Sulfur Oksida (SO _x).....	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar. 1 Struktur Hidrokarbon.....	22
Gambar. 2 Struktur Monmorilonit Bentonit.....	35
Gambar. 3 Skema Pembentukan Pilar Bentonit.....	37
Gambar. 4 Struktur Pilarisasi Bentonit.....	38
Gambar. 5 Tahap Pembuatan Media Penyerap.....	44
Gambar. 6 Gambar Reaktor.....	46
Gambar. 7 Diagram Alir Tahap Persiapan.....	52
Gambar. 8 Diagram Alir Pelaksanaan Percobaan.....	53
Gambar. 9 Pengikatan HC Terhadap Bentonit Terpilarisasi TiO_2	62
Gambar. 10 Pengikatan SO_x Terhadap Bentonit Terpilarisasi TiO_2	64

DAFTAR GRAFIK

Grafik. 1 Grafik hubungan hasil uji emisi terhadap suhu pembakaran.....	55
Grafik. 2 Grafik hubungan hasil uji emisi terhadap suhu pembakaran.....	57
Grafik. 3 Grafik hubungan persentase penurunan dengan suhu pembakaran.....	58
Grafik. 4 Grafik hubungan persentase penurunan dengan suhu pembakaran.....	60

ABSTRAK

PENURUNAN HIDROKARBON (HC) DAN SULFUR OKSIDA (SO_x) PADA EMISI GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR DENGAN BAHAN BAKAR BENSIN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI BENTONIT TERPILARISASI TiO₂.

Telah dilakukan percobaan reduksi kandungan gas hidrokarbon (HC) dan sulfur oksida (SO_x) pada emisi kendaraan bermotor menggunakan bahan penyerap bentonit terpillarisasi TiO₂. Kendaraan yang digunakan adalah mobil Toyota tahun 1998. Pembuatan bahan penyerap divariasi suhu pembakaran (100 °C, 200 °C, 300 °C) dan konsentrasi TiO₂. (0 %, 15 %, 20 %, 25 %). Dari hasil penelitian didapat data penyerapan dan data persen penurunan tertinggi pada konsentrasi TiO₂ 15 % suhu 300 °C yaitu sebesar 30.89 % dan 74.65 %.

Kata kunci : Bentonit, TiO₂, Pilarisasi, Adsorben, Gas emisi, SO_x, HC.

ABSTRACT

REDUCTION OF HYDROCARBON (HC) AND SULPHUR OXIDE (SO_x) IN THE THROWN AWAY GASS OF VECHILE WITH GASSOLINE BY USING INTERCALATED TIO₂ IN BENTONIT.

Having been done reduction of hydrocarbon (HC) and Sulphur oxide (SO_x) in the thrown away gass of vechile with gassoline by using intercalated TiO₂ in bentonit. The Vechile was used is Toyota 1998. The mixing of bentonit and TiO₂ was burned in varoius temperature (100 °C, 200 °C, 300 °C) and concentration of TiO₂ (0 %, 15 %, 20 %, 25 %). Based on the result showed that the highest adsorption and decrease procentation in concentration of TIO₂ 15%.and temperature 300 °C is 30.89 % and 74.65 %.

Key words : Bentonit, TiO₂, Clay, Adsorben, Emission gasses, SO_x, HC.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pesatnya perkembangan industri pada era globalisasi dan kemajuan teknologi modern telah menghasilkan dampak ganda bagi kehidupan manusia. Disatu pihak manusia diuntungkan dengan adanya hasil-hasil industri yang mampu menghadirkan keperluan manusia secara efisien dan efektif. Perkembangan pembangunan di segala bidang akan memacu permasalahan lingkungan yang mengakibatkan turunnya daya dukung lingkungan. Salah satu permasalahan lingkungan yang cukup penting sebagai dampak perkembangan pembangunan adalah pencemaran udara. Pencemaran dapat terjadi apabila pemanfaatan IPTEK tidak berorientasi pada lingkungan (Wardhana,2001).

Pencemaran udara dapat mengubah udara yang bersih menjadi udara yang berasap dan dan berbau yang membahayakan kesehatan, dapat membunuh tumbuhan, hewan, serta merusak barang milik perorangan atau umum.

Pada umumnya pencemaran udara disebabkan oleh proses pembakaran, misalnya pembakaran bahan bakar minyak untuk transportasi dan pembakaran batu bara, dalam suatu proses pembakaran, beberapa jenis bahan pencemar akan dilepaskan ke udara. Jenis bahan pencemar yang berasal dari proses pembakaran dapat berbentuk mulai dari sejumlah gas beracun yang tidak berwarna sampai kabut asap hitam yang tebal.

Udara merupakan kebutuhan mendasar bagi manusia dan makhluk hidup lainnya dan merupakan campuran dari berbagai gas dan senyawa. Semua makhluk hidup membutuhkan udara untuk bernapas. Udara yang dibutuhkan adalah udara yang bersih tidak mengandung senyawa yang berbahaya yang melebihi ambangnya. Senyawa yang ada di udara melebihi ambang batas atau melebihi kadar yang ada di alam dikatakan polutan. Tetapi udara di alam tidak pernah ditemukan bersih tanpa polutan sama sekali, karena beberapa gas seperti Sulfur Dioksida (SO_2), Hidrogen Sulfida (H_2S), Karbon Monoksida (CO), Nitrogen Oksida (NO_x) selalu dibebaskan ke udara sebagai produk sampingan dari proses alami.

Kualitas udara harus terjamin dan terpelihara, oleh karena itu setiap sumber emisi harus memenuhi standar yang telah ditetapkan. Namun untuk memperoleh kualitas yang diidamkan bukanlah hal yang mudah. Majunya peradaban manusia terutama sektor industri dan transportasi yang menggunakan bahan bakar fosil, secara nyata menimbulkan pencemaran udara. Hasil penelitian BAPEDAL 1993 di Jakarta menunjukkan bahwa sektor kendaraan bermotor memberikan kontribusi pencemaran CO sebesar 98.8%, NO_x sebesar 73.4%, HC 88.9%, SO_x sebesar 26.5%.

Gas SO_2 sebagian besar berasal dari pembakaran bahan bakar fosil terutama batubara. Dampak negatif menurunnya kualitas udara yang disebabkan sulfur oksida (SO_x) cukup besar terutama terhadap lingkungan dan manusia diantaranya yaitu meningkatnya penyakit pernapasan, menurunnya fungsi paru-paru. Selain itu dapat menimbulkan kerusakan pada tanaman serta terjadinya hujan asam.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Apakah bentonit terpoliarisasi TiO_2 dapat digunakan dalam menurunkan polutan Sulfur Oksida (SO_x) dan HidroKarbon (HC) yang ditimbulkan oleh emisi gas buang kendaraan bermotor.
2. Seberapa besar pengaruh variasi konsentrasi bentonit terpoliarisasi TiO_2 dalam menurunkan polutan Sulfur Oksida (SO_x) dan HidroKarbon (HC) yang ditimbulkan oleh gas buang kendaraan bermotor.

1.3 Batasan Masalah

1. Teknologi yang digunakan yaitu menggunakan lempung bentonit terpoliarisasi TiO_2 pada kendaraan bermotor roda empat.
2. Parameter penelitian adalah kadar Sulfur Oksida (SO_x) dan HidroKarbon (HC) pada emisi gas buang kendaraan bermotor roda empat.
3. Komposisi TiO_2 dalam Bentonit 0%, 15%, 20%, 25%.
4. Temperatur poliarisasi 100°C , 200°C dan 300°C .
5. Panjang media bentonit dalam knalpot kendaraan 5 cm, 10 cm, 15 cm.
6. Jenis kendaraan yang digunakan adalah kendaraan bermotor roda empat dengan bahan bakar bensin.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Lingkungan

Pencemaran adalah suatu kondisi yang telah berubah dari bentuk asalnya pada keadaan yang lebih buruk, sebagai akibat masukan dari bahan pencemar atau polutan. Bahan polutan mempunyai sifat racun (toksik) yang berbahaya bagi organisme hidup (Palar,1994).

Defenisi dari pencemaran lingkungan sesuai UULH no 23 tahun 1997 tentang ketentuan pokok pengelolaan lingkungan pasal 1 ayat 12 pencemaran lingkungan adalah masuknya makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain kedalam lingkungan hidup sehingga kualitasnya menurun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan hidup tidak dapat berfungsi lagi sebagaimana sesuai peruntukannya.

2.2 Pencemaran Udara

2.2.1 Udara

Udara merupakan suatu campuran dari berbagai gas yang terdapat pada lapisan atmosfer, dengan komposisi yang tidak selalu konstan, serta mempunyai komponen yang konsentrasinya sangat bervariasi. Susunan lapisan atmosfer terbentuk karena adanya perbedaan suhu akibat dari interaksi antara sinar matahari, gaya gravitasi dan rotasi bumi.

Dalam udara terdapat oksigen untuk bernapas, karbon dioksida untuk fotosintesis oleh klorofil daun dan ozon untuk menahan sinar ultra violet.

Udara mempunyai sifat yang sangat dinamis, suhu, kelembaban, akan berubah dari waktu ke waktu. Udara di alam dibagi 2 (dua) kelompok yaitu :

1. Udara bebas, adalah udara yang alamiah yang berada disekitar kita. Misalnya CO_2 , O_2 , dan lainnya.
2. Udara tidak bebas, adalah udara yang ada dalam ruangan atau bangunan. Misalnya udara dalam gedung, galian sumur, goa dan lainnya.

Tabel 1. Komposisi udara kering dan udara bebas pencemaran

KOMPONEN	FORMULA	VOLUME	PPM
Nitrogen	N_2	78.08	780.840
Oksigen	O_2	20.09	209.500
Argon	Ar	0.934	9.340
Karbon dioksida	CO_2	0.0314	3.14
Neon	Ne	0.001818	18.18
Helium	He	0.000524	5.24
Metan	CH_4	0.0002	2
Krypton	Kr	0.000114	1.14
Witrogenoksida	Nox	0.00005	0.5
Hidrogen	H_2	0.00005	0.5
Karbon Monoksida	CO	0.00001	0.1

(Sumber : Wardhana, 2001)

Menurut jenis pemeriksaanya udara dapat dibagi dalam 2 (dua) jenis, yaitu :

1. Udara Ambien, adalah udara yang diambil di alam bebas dan sudah bercampur dengan faktor-fakor pencemaran udara lainnya, misalnya udara ambien kawasan industri.
2. Udara Emisi, adalah udara yang diambil secara langsung dari sumber nya tanpa tercampur dengan sumber pencemar yang lainnya. Misalnya udara emisi cerobong asap, kendaraan, bermotor dan lain-lain.

2.2.2 Pencemaran Udara

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 tentang pengendalian Pencemaran udara, yang dimaksud dengan 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.

Pengertian Baku Mutu Udara Ambien adalah ukuran batas atau kadar zat, energi atau komponen yang ada atau yang seharusnya ada atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam udara ambient (PP RI No. 41/1999 tentang pengendalian pencemaran udara).

Emisi merupakan material penyumbang pencemaran udara. Menurut Peraturan Pemerintah No.41/1999 tentang pengendalian pencemaran udara. Emisi adalah zat energi

dan atau komponen lain yang dihasilkan dalam suatu kegiatan yang masuk atau tidak mempunyai potensi sumber pencemar. Mutu Emisi adalah emisi yang boleh dibuang oleh kegiatan keudara ambien.

2.2.3 Klasifikasi pencemaran udara

A. Dilihat dari ciri fisik, bahan pencemar dapat berupa :

1. Partikel (debu, aerosol, timah hitam)
2. Gas (CO, SO_x, H₂S, HC)
3. Energi (Suhu dan Kebisingan)

B. Pencemaran udara diklasifikasikan menjadi :

1. Pencemaran udara primer

Pencemaran yang dipancarkan ke udara oleh sumber emisi dan berada di udara dalam bentuk yang sama yang di emisikan oleh sumber tersebut.

Udara yang terbentuk dari reaksi kimia antara gas yang di emisikan oleh sumber. Contoh : gas SO₂, H₂S, NO, NH₂, CO, CO₂, HCL, HF

2 . Pencemaran Skunder

Udara yang terbentuk dari reaksi kimia antara gas yang di emisikan oleh sumber dengan zat- zat lain yang sudah ada di udara. Contoh : SO₃, H₂SO₄, NO₂, dan asam organik.

2.2.4 Dampak Pencemaran Udara

Udara yang tercemar oleh partikel atau pun gas menyebabkan gangguan kesehatan terutama pada fungsi faal dari organ tubuh seperti paru-paru dan pembuluh darah atau iritasi pada kulit, Jika kandungan bahan pencemarnya sangat tinggi, dapat menurunkan fungsi paru-paru, meningkatnya penyakit pernafasan, menurunnya tingkat kecerdasan anak dan beberapa penyakit lain.

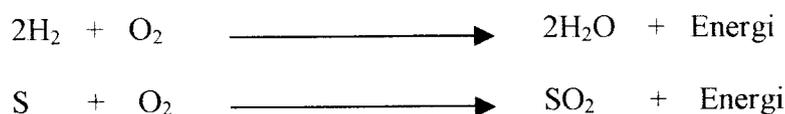
Dampak negatif lain akibat pencemaran udara antara lain kerusakan materi, kerusakan bangunan dan sarana fisik, gangguan pandangan, hujan asam, yang merusak lingkungan dan pemanasan global (Anonim, 2000).

2.3 Gas Sulfur Oksida (SO_x)

2.3.1 Sumber pencemar Sulfur Oksida (SO_x)

Sulfur Oksida (SO_x) merupakan gas jernih dan tidak berwarna yang merupakan bagian dari pencemar udara, kadarnya bisa mencapai 18%. Gas ini baunya menyengat dan amat membahayakan bagi kehidupan manusia, antara lain industri yang menggunakan proses pembakaran yang menggunakan bahan bakar/ batubara, maupun proses peleburan/pemurnian logam. Terutama akibat terjadinya pembakaran dari senyawa yang mengandung belerang. Proses pembakaran banyak digunakan oksigen dan dihasilkan berbagai oksida, antara lain :





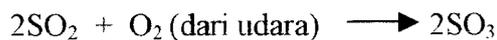
Pembakaran yang sempurna memakan jumlah oksigen memadai dan komposisi bahan bakar cocok jadi efek samping yang terjadi hanyalah karbondioksida. Pembakaran yang tidak sempurna terjadi karena jumlah oksigen tidak memadai atau tidak tercampur secara merata dengan bahan bakarnya sehingga dapat menimbulkan jelaga atau arang yang hitam pada tempat pembakaran tersebut. Pada pembakaran tidak sempurna dapat menghasilkan Karbon monoksida dan jelaga.

Pencemaran yang disebabkan oleh kendaraan bermotor di kota-kota besar yang padat kendaraan bermotor merupakan lebih dari separuh penyebab polusi udara. Disamping karbon monoksida juga dikeluarkan Nitrogen oksida, Sulfur oksida dan Partikel padatan. Senyawa ini selalu terdapat dalam bahan bakar dan minyak pelumas mesin. Rancangan mesin dan macam bahan bakar akan ikut menentukan jumlah pencemar yang dihasilkan. Pembakaran bahan bakar yang tidak sempurna menghasilkan banyak bahan yang tidak diinginkan dan akan meningkatkan pencemaran (Sastrawijaya, Tresna. A,1991).

Berdasarkan tabel dibawah ini dapat diketahui bahwa sumber utama pencemaran SO_2 bukan transportasi, akan tetapi dari pembakaran stasioner (generator listrik dan mesin) yang memakai bahan bakar batubara dan sumber pencemaran kedua adalah proses industri.

Kelembaban udara akan mempengaruhi kecepatan perubahan SO_2 menjadi asam sulfiy maupun asam sulfat yang terkumpul bersama awan yang akhirnya jatuh sebagai hujan asam.

Walaupun SO_2 lebih dominan akan tetapi pertemuan dengan udara yang mengandung oksigen akan menghasilkan gas SO_3 karena terjadi reaksi sebagai berikut :



Ada nya uap air dalam udara akan mengakibatkan pembentukan asam sulfit maupun asam sulfat yang reaksinya adalah sebagai berikut :



Jumlah SO_2 yang teroksidasi menjadi SO_3 dipengaruhi oleh beberapa faktor termasuk sumber air yang tersedia, intensitas waktu, dan distribusi spektrum sinar matahari, dan sejumlah bahan katalik, sorptit dan alkalin yang tersedia (Riyadi, 1992).

Seperti pada reaksi –reaksi di atas reaksi antar gas SO_2 dengan uap air yang terdapat di udara akan membentuk asam sulfit maupun asam sulfat. Apabila sulfit dan asam sulfat turun kebumi maka terjadilah yang disebut dengan *acid rain* (hujan asam) (Wardhana, 2001).

2.3.4 Dampak Pencemaran Sulfur Oksida (SO_x)

2.3.4.1 Dampak SO_x Terhadap Manusia

Walaupun konsentrasi gas SO₂ yang terdispersi kelingkungan itu berkadar rendah, namun dapat menimbulkan gangguan oleh udara yang tercemar oleh gas SO₂ yang konsentrasinya lebih tinggi. Berkonsentrasi 0,4 ppm, manusia dan hewan belum akan berpengaruh oleh SO₂ yang berkonsentrasi sebesar itu.

Udara yang tercemar SO₂ menyebabkan manusia akan mengalami gangguan pada sistem pernapasan. Hal ini karena gas SO₂ yang mudah menjadi asam tersebut menyerang selaput lendir pada hidung, tenggorokan, dan saluran nafas lain sampai ke paru - paru. Serangan gas SO₂ tersebut menyebabkan iritasi pada bagian tubuh yang terkena.

Daya iritasi SO₂ pada setiap orang berbeda, Ada orang yang sensitif dan sudah akan mengalami iritasi apabila terkena SO₂ berkonsentrasi 1-2 ppm, namun ada juga orang yang terkena yang baru akan mengalami iritasi tenggorokan apabila terkena SO₂ berkonsentrasi 6 ppm.

Gas SO₂ merupakan bahan pencemar yang berbahaya bagi anak-anak, orang tua dan orang yang menderita penyakit pernafasan kronis dan penyakit *kardivaskuler*. Otot saluran pernafasan dapat mengalami kejang (*spasme*) bila teriritasi oleh SO₂ dan spasme akan lebih berat bila konsentrasi SO₂ akan lebih tinggi sementara suhu udara rendah. Apabila waktu paparan dengan gas cukup lama akan terjadi peradangan yang hebat pada sel lendir yang

konsentrasi tinggi pada waktu sebentar, dengan gejala beberapa bagian daun menjadi memucat dan mati. Kontak dengan SO_2 pada konsentrasi rendah menyebabkan kondisi kronis yang ditandai dengan menguning warna daun karena terhambat pembentukan klorofil.

2.4 Hidrokarbon (HC)

2.4.1 Sifat Senyawa Hidrokarbon (HC)

Hidrokarbon dalam bentuk cairan akan membentuk semacam kabut minyak, dalam bentuk padatan akan membentuk asap pekat setelah melalui proses penggumpalan akan menjadi debu. Untuk kedua kasus tersebut HC termasuk kedalam pencemar partikel (Fardiaz,1992).

Hidrokarbon menimbulkan masalah dengan polusi udara adalah yang berbentuk gas pada suhu atmosfer normal atau hidrokarbon yang sangat bersifat *volatile* (mudah berubah menjadi gas) pada suhu tersebut. Kebanyakan komponen tersebut mempunyai struktur yang sederhana yaitu mengandung 12 atom karbon atau kurang per molekul (Fardiaz,1992).

2.4.2 Ikatan Hidrokarbon

Menurut Wardhana (1994), jumlah atom karbon dalam senyawa hidrokarbon akan menentukan bentuk hidrokarbon, apakah berupa padat, cair atau gas. Pada suhu kamar umumnya HC suhu rendah (jumlah atom C sedikit) akan berbentuk gas, HC suhu

menengah (jumlah atom C sedang) akan berbentuk cair dan HC suhu tinggi (jumlah atom C banyak) akan berbentuk padatan. Selain bentuk ikatan (ikatan lurus dan bercabang), Hidrokarbon juga dapat dibagi berdasarkan jumlah rangkap antara lain :

- 1) Ikatan Rangkap Satu
- 2) Ikatan Rangkap Dua

2.4.2.1 Ikatan Lurus

Ikatan lurus adalah ikatan yang membentuk rantai dengan pola terbuka dan salah satu yang tergolong dalam hidrokarbon ikatan lurus adalah Hidrokarbon alifatik. Sedangkan Hidrokarbon Alisiklik dan Aromatik memiliki lingkaran cincin (Anonim,2000).

2.4.2.2 Ikatan Cincin

Rantai lingkaran pada Hidrokarbon aromatik berikatan tunggal dan rangkap selang-seling. Semua Hidrokarbon siklik yang tidak termasuk aromatik digolongkan ke dalam Hidrokarbon alisiklik. Hidrokarbon alisiklik dan aromatik mempunyai sifat-sifat yang berbeda nyata. Sifat hidrokarbon alisiklik lebih mirip dengan hidrokarbon alifatik (Anonim,2000).

2.4.2.3 Ikatan Rangkap

Anonim (2000) mengatakan bahwa ikatan rangkap dibedakan menjadi dua, yaitu :

1) Ikatan rangkap satu

Merupakan kelompok senyawa alkana dengan C_nH_{2n+2} dan sering disebut ikatan jenuh, yaitu Hidrokarbon dengan rantai terbuka dan semua ikatan karbon merupakan ikatan tunggal.

2) Ikatan rangkap dua

Merupakan kelompok senyawa alkena dengan rumus senyawa C_nH_{2n} (untuk ikatan rangkap dua) dan kelompok senyawa alkuna dengan rumus C_nH_{2n-2} (untuk ikatan rangkap tiga). Kedua ikatan rangkap ini disebut juga ikatan jenuh. Karena jumlah atom hidrogennya kurang bila dibandingkan dengan senyawa alkana. Alkena dapat melakukan polimerisasi untuk membentuk molekul sederhana.

2.4.3 Struktur Senyawa Hidrokarbon

Hidrokarbon dibedakan atas tiga kelompok berdasarkan struktur molekulnya, Hidrokarbon alifatik, aromatik dan alisiklis. Molekul hidrokarbon alifatik tidak mengandung cincin atom karbon dan semua atom karbon tersusun dalam rantai lurus atau bercabang. Molekul hidrokarbon aromatik mengandung cincin enam karbon (cincin benzena), dan setiap atom karbon dalam cincin tersebut hanya mengandung satu atom tambahan, yaitu C dan H.



Gambar 1. Struktur Hidrokarbon

2.4.4 Dampak Pencemaran Hidrokarbon

Pencemaran hidrokarbon memiliki berbagai dampak yang berpengaruh baik itu pada manusia maupun kepada tumbuhan dan hewan (Fardiaz,1992).

Hidrokarbon merupakan pencemar utama yang diemisikan oleh kendaraan bermotor dari lalu lintas didalam perkotaan. Di beberapa kota besar, sumber ini merupakan sumber karbon yang paling dominan, sebagai pencemar primer dan yang memberikan kontribusi terbesar dalam pencemaran oksidan fotokimia (Moestikahadi,2001)

Hidrokarbon yang diproduksi oleh manusia yang terbanyak berasal dari transportasi, sedangkan sumber lainnya misalnyadari pembakaran gas, minyak, arang dan kayu, proses industri, pembuangan sampah, kebakaran hutan dan ladang, evaporasi pelarut organik dan sebagainya (Fardiaz,1992).

2.4.5.2 Dampak bagi tumbuhan dan hewan

Apabila HC berupa gas maka akan tercampur bersama bahan pencemar lainnya. Kalau HC berupa cairan maka HC tersebut akan membentuk kabut minyak (*droplet*) yang keberadaannya di udara akan sangat mengganggu lingkungan. Sedangkan kalau bahan pencemar HC berupa padatan maka udara akan tampak seperti asap hitam. Seringkali pencemaran udara oleh HC merupakan gabungan dari ketiga macam bentuk HC tersebut (Moestikahadi, 1999)

Kalau pencemaran udara oleh HC juga disertai dengan bahan pencemar NO_x maka dengan oksigen bebas yang ada di udara akan membentuk *Peroxy Acetyl Nitrates (PAN)*. Selanjutnya PAN tersebut akan bergabung dengan CO₂ membentuk kabut fotokimia yang dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman (Moestikahadi, 1999).

Hidrokarbon terutama berperan dalam termosfer dalam pembentukan fotooksidan lainnya, bersama-sama dengan adanya oksida nitrogen dan sinar ultra violet. Gangguan pernapasan dapat menimbulkan akibat senyawa hidrokarbon meliputi : *Laryngitis, Pharyngitis dan Bronchitis*. Dampak fotooksidan yang berbentuk, sebenarnya lebih dari hidrokarbon sendiri.

2.5 Kendaraan Bermotor

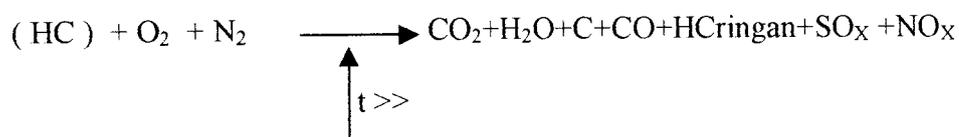
2.5.1 Proses pembakaran pada kendaraan bermotor

Karena kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar dari campuran persenyawaan hidrokarbon (HC). Maka menurut Strehlow, 1985 dalam pembakaran sebagai berikut :

1. Reaksi sempurna



2. Reaksi dengan pembakaran tidak sempurna



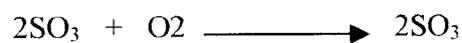
Bila pembakaran dapat berlangsung sempurna seperti pada reaksi pertama maka semua atom Oksigen (O_2) yang ada dalam udara bereaksi dengan atom-atom dari bahan bakar. Sedangkan Nitrogen yang ada tetap tidak bereaksi dengan oksigen, pada reaksi pembakaran sempurna hasil reaksinya tak terdapat CO atau pun NO_x tetapi pada kenyataannya dalam setiap pembakaran selalu terdapat hasil pembakaran berupa CO, NO_x , SO_x , ataupun HC. Berarti pembakaran berlangsung tidak sempurna hal ini yang selalu menjadi masalah pencemaran udara.

2.5.2 Mekanisme Pembentukan SO_x Dari Kendaraan bermotor.

Mekanisme pembentukan SO_x jauh lebih sederhana dibandingkan dengan bahan pencemar lingkungan lainnya. Karena SO_x produk alami dari proses pembakaran yang digunakan mengandung sulfur. Produk pembakaran ini sebagian besar akan berbentuk SO₂ dan sebagian kecil adalah SO₃ jadi dalam hal ini yang lebih dominan adalah gas SO₂. Di atmosfer SO₂ akan berubah lebih lanjut menjadi SO₃. Secara keseluruhan reaksi pembentukan SO_x dari sulfur yang terkandung dalam bahan bakar dapat dituliskan dalam reaksi sebagai berikut :



Reaksi yang terjadi adalah reaksi eksotermik dengan jumlah kalor yang dilepaskan 296.800 kJ/kgm pada 25 °C. Pada reaksi pembentukan SO₂ sejumlah kecil sulfur trioksida (SO₃) juga terbentuk pada reaksi pembakaran. Perbandingan pembakaran bahan bakar fosil dengan pembentukan SO₂/SO₃ adalah 40 : 1 sampai 80 : 1



2.6 Pemakaian Bahan Bakar

Dampak pencemaran lingkungan tidak semata-mata oleh karena kegiatan industri, tapi juga disebabkan oleh faktor-faktor penunjang kegiatan tersebut seperti faktor penyedia tenaga listrik dan transportasi.

2.7 Aspek Bahan Bakar Minyak (BBM)

Penggunaan bahan bakar minyak pada sektor transportasi adalah suatu pertimbangan terbaik yang sukar dicari penggantinya. Sebab selain mudah di gunakan juga mudah dibawa, Sehingga cocok untuk kendaraan bermotor. Bahan bakar minyak yang digunakan dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori yaitu minyak bensin, minyak solar, gas (Pertamina,1989).

- 1) Minyak Bensin disebut juga petrol, digunakan bahan bakar motor bensin (Motor bakar yang menggunakan busi). Bensin merupakan fraksi cair dari minyak bumi yang mempunyai tegang titik didih 40°C . Bensin merupakan suatu senyawa hidrokarbon yang mempunyai 4-12 atom karbon.
- 2) TEL berbentuk minyak cair yang tidak berwarna, berbau harum, dan sangat beracun. Tetapi sebagai bahan tambahan TEL bersifat stabil, mudah menguap dan harganya relatif murah. Sehingga pengguna TEL dengan konsentrasi rendah sebagai bahan tambahan pada bahan bakar dapat menambahkan menstabilkan nilsi oktan bahan bakar dengan harga relatif rendah. Bensin dengan nilai oktan yang rendah disebut premium sedangkan bensin dengan bilangan oktan tinggi disebut premix.
- 3) Solar merupakan fraksi yang lebih rendah dari fraksi bensin, digunakan pada kendaraan bermotor diesel. Pada dasarnya pembakaran motor diesel terjadi adalah

karena terbakar dengan sendirinya campuran solar yang diinjeksi ke dalam ruang bakar.

2.8 Adsorpsi

Untuk menurunkan SO_x dari emisi gas buang dilakukan dengan berbagai cara, diantaranya pemakaian reaktor katalik sistem adsorpsi. Sistem adsorpsi sebetulnya tidak praktis digunakan untuk produksi SO_x pada kendaraan bermotor, tetapi efektif digunakan untuk mengadsorpsi gas yang keluar dari knalpot atau cerobong dapat terikat pada adsorben.

Adsorpsi adalah suatu proses dimana suatu partikel menempel pada suatu permukaan akibat adanya perbedaan muatan lemah diantara kedua benda, sehingga akhirnya terbentuk suatu lapisan tipis partikel-partikel halus pada permukaan tersebut. Salah satu contoh mekanisme adsorpsi ini adalah permukaan karbon yang mampu menarik molekul organik

Menurut Weber (1972) dalam adsorpsi digunakan istilah adsorbat adalah substansi terserap yaitu substansi yang akan dipisahkan dari pelarutnya dan adsorben adalah media penyerap dalam hal ini senyawa bantuan. Sesuai dengan jenis ikatan yang terdapat antara bahan yang diadsorpsi dan adsorbennya.

Maka dibedakan lah menjadi adsorpsi kimia dan adsorpsi fisika

1. Adsorpsi kimia

Terjadi reaksi antara zat yang diserap dan adsorben. Proses adsorpsi kimia merupakan proses yang tidak dapat balik, sebab untuk menjadikannya proses balik diperlukan suatu energi yang besar sehingga dapat membentuk senyawa kimia yang lama pada permukaan adsorben. Panas molekul pada permukaan adsorben hanya satu lapis dan panas adsorpsinya tinggi (20.000-100.000 kal/mole).

2. Adsorpsi fisika

Gaya van der Waals yang ada pada permukaan adsorben sifat dari adsorpsi fisika adalah proses berlangsung cepat dan dapat balik. Unsur terserap tidak terikat secara kuat pada bagian permukaan penyerap sehingga unsur atau zat yang diserap tadi dapat bergerak dari bagian permukaan kebagian lainnya. Panas adsorpsi fisika biasanya rendah (10.000 kal/mole) dan lapisan yang terjadi pada adsorben biasanya lebih dari satu molekul.

Pada proses adsorpsi terdapat gabungan adsorpsi secara fisika dan kimia yang akan sulit dibedakan, namun demikian tidak akan mempengaruhi analisa.

Dalam keadaan tertentu gas diserap dalam keadaan utuh pada permukaan adsorben. Dalam keadaan yang lain, seperti hidrogen pada permukaan Pt hitam molekulnya terpecah menjadi atom-atom. Akibat dari hal ini, hidrogen menjadi aktif sekali hingga Pt sering disebut katalisator untuk reaksi hidrogen.

Jumlah molekul pendatang yang dapat teradsorpsi oleh bentonit tergantung pada beberapa faktor sebagai berikut :

1. Ukuran dan bentuk saluran masuk kapiler dan kristal bentonit
2. Ukuran dan bentuk molekul pendatang
3. Jumlah lokasi dan ukuran kation yang dapat dipertukarkan
4. Ada tidaknya penghambat saluran kapiler dalam kristal bentonit
5. Ada tidaknya kerusakan kristal pada saluran di dalam pori-pori bentonit
6. Ada tidaknya molekul pendatang lain yang tertahan pada saluran pori

(Fatimah, 1997)

2.9 Bentonit

Bentonit merupakan istilah perdagangan untuk jenis lempung bentonit (*Clay*) dengan kandungan monmorillonit lebih dari 85 %. Struktur kimia monmorillonit merupakan lapisan oktahedral alumina sebagai pusat tertumpuk diantara lapisan tetrahedral silica.

Mineral clay berperan penting dalam sistem air, tanah, udara yang berfungsi sebagai adsorben untuk bahan kimia yang terlarut dan menghilangkan bahan-bahan kimia terlarut dan menghilangkan bahan tersebut melalui berbagai proses adsorpsi. Permukaan mineral clay dapat dianggap sebagai suatu media yang memiliki muatan negatif, sehingga lapisan clay dapat berfungsi sebagai penukar ion. Muatan negatif clay menyebabkan kemampuan daya adsorpsinya dapat digunakan dalam pencemaran udara melalui reaksinya dengan

kation (Tan,1991). Muatan positif dari luar akan tertarik dan terkonsentrasi di atasnya, dengan muatan negatif yang dimilikinya. Oleh karena itu melalui mekanisme adsorpsi ini zat pencemar udara dapat teradsorpsi ke dalam clay sehingga akan mengurangi polusi udara.

Komposisi monmorilonit suatu bentonit berbeda-beda tergantung pada proses pembentukannya di alam dan asal daerah asal bentonit itu. Sifat-sifat umum dari bentonit antara lain : berwarna dasar putih dengan warna sedikit kecoklatan/kemerahan/kehijauan, tergantung pada jumlah jenis fragmen-fragmen mineralnya, memiliki sifat sangat lunak , ringan, mudah pecah, terasa seperti sabun, mudah menyerap air dan melakukan pertukaran ion (wijaya, 2003).

Dalam struktur bentonit, terdapat kation-kation logam alkali dan alkali tanah yang bersifat menetralkan muatan dalam struktur alumina silica pada bentonit. Komposisi monmorillonit tergantung pada proses pembentukannya di alam dan lokasi asalnya. Berdasarkan komposisi kation dalam strukturnya, bentonit dibagi menjadi dua golongan yaitu :

1. Natrium Bentonit (Na - bentonit)

Natrium bentonit merupakan jenis bentonit dengan kandungan Na^+

Yang lebih banyak dibandingkan Ca^+ dan Mg^{2+} . Na – bentonit mempunyai sifat mudah mengembang bila terkena air sehingga menyebabkan dalam suspensinya akan menambah kekentalan bentonit. Karena sifat tersebut, bentonit jenis natrium banyak

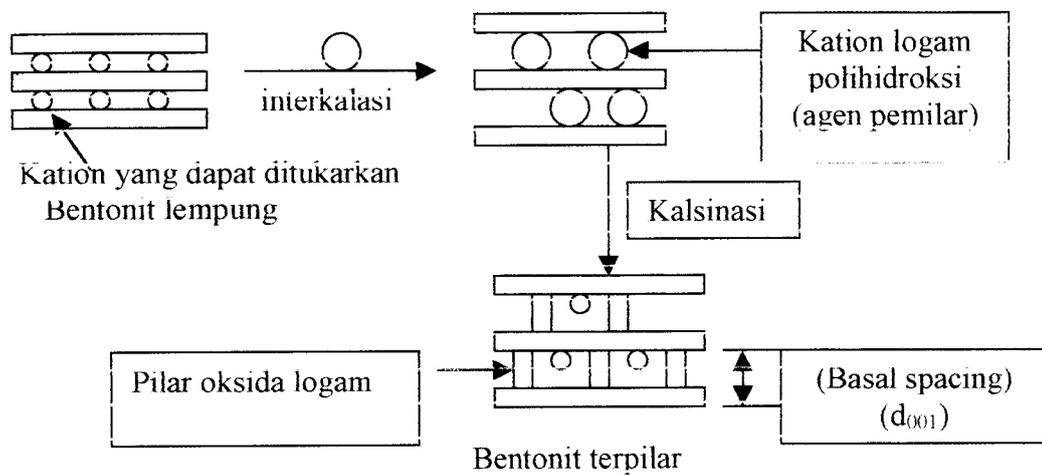
2.10 Konsep Pilarisasi

Pilarisasi merupakan interkalasi agen ke dalam struktur material. Interkalasi merupakan suatu proses penyisipan atom-atom atau molekul-molekul secara dapat balik (*reversible*) kedalam antar lapis material berlapis dengan tidak merusak struktur lapisan tersebut (Ogawa,1992). Atom-atom atau molekul yang akan disisipkan biasa disebut dengan interkalat (*intercalate*). Sedangkan lapisan yang merupakan tempat interkalat yang akan masuk disebut interkalan (*interkalan*). Dengan masuknya interkalat ke dalam interkalan mengalami perubahan. Perubahan tersebut terjadi karena lapisan terdekat terhalangi oleh interkalat karena memiliki ukuran molekul asalnya.

Interkalasi terjadi karena interkalat yang masuk berupa kation menggantikan kation-kation yang ada pada antar lapis silikat lempung. Kation tersebut umumnya tidak kuat terikat sehingga sangat mudah digeser atau ditukarkan oleh kation-kation interkalat. Kation logam polihidroksi yang masuk ke dalam antar lapis silikat lempung selanjutnya dikalsinasikan untuk membentuk pilar-pilar oksida logam yang stabil. Pilar-pilar oksida logam yang terbentuk berfungsi sebagai pengikat antar lapis silikat lempung sehingga struktur yang dimiliki lempung menjadi lebih kuat dan relatif lebih kuat terhadap perlakuan panas dibandingkan dengan lempungan tanpa terpillar yang dapat mengalami kerusakan struktur diatas temperatur 200 °C. Pemilaran antar lapis silikat lempung bentonit dengan titanium dioksida (TiO₂) pada dasarnya merupakan interkalasi agen pemilar senyawa kompleks Ti (kation Ti-polihidroksi) ke dalam antar lapis silikat lempung melalui

mekanisme pertukaran kation antara kation Ti-polihidroksi dengan kation-kation Na^+ , K^+ , dan Ca^{2+} yang ada pada lempung bentonit (Sumerta, 2002).

Berikut ini akan digambarkan proses pembentukan lempung bentonit terpillar seperti ditunjukkan pada gambar 2.3 (Leonard, 1995, Sumerta, 2002)



Gambar 3. Skema Pembentukan pilar Bentonit

Terbentuknya pilar atau tiang oleh molekul TiO_2 menjadi antar lapis selikat akan terekpansi atau terhalangi oleh adanya molekul tersebut karena molekul yang terbentuk memiliki ukuran relatif lebih besar dari molekul asalnya (Guntoro dkk, 2004)

pilarisasi bentonit alam memiliki sifat fotokatalis yang cukup besar pada degradasi limbah tekstil.

2.12 Titanium Dioksida (TiO₂)

Oksida TiO₂ merupakan padatan berwarna putih, Tidak larut dalam HCL, HNO₃ dan aquregia tetapi dapat larut dalam asam sulfat pekat titanium sulfat, Ti(SO₄) (Guntoro dkk,2004).

Titanium adalah unsur logam transisi, dapat membentuk ion titanium (III), Ti³⁺ dan Titanium (IV), Ti⁴⁺. Titanium (III) yang dicirikan dengan warna lembayung, sedangkan Titanium (IV) tidak berwarna. Ion Titanium (III) dalam air bersifat kurang stabil dan mudah mengalami oksidasi menjadi Titanium (IV). Ion Titanium (IV) berada hanya pada larutan yang bersifat sangat asam (pH<2.5). dapat terhidrolisis dan mula-mula membentuk ion Titanil (TiO²⁺) selanjutnya membentuk endapan Ti(OH)₂²⁻ dan Ti⁴⁺. Bila keasaman diturunkan (Ph>2,5) maka dapat membentuk endapan Ti(OH)₄, [Ti₃O₄]⁴⁺ dan TiO₂.Nh₂O. Titanium (IV) dalam asam klorida (konsentrasi < 12 M) berada dalam bentuk kation polihidroksi, [(TiO)₈(OH)₁₂]⁴⁺ sedangkan dalam larutan dengan konsentrasi > 12 M dapat membentuk trans- [(Ti(OH)₂Cl₄]²⁺ dan [(Ti(OH)₃(HSO₄)(H₂O₂)Cl₄]. Bila dalam larutan asam sulfat dapat membentuk ion kompleks mononuklir [(Ti(OH)₂(HSO₄)(H₂O)₃]⁺, [Ti(OH)₃(HSO₄)(H₂O)₂]⁺ dan TiSO₄(H₂O)₄. TiO₂ Bentonit telah dilaporkan telah

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian lapangan (*field experiment*), yang dilakukan dengan percobaan dalam batasan waktu tertentu terhadap emisi sisa gas SO_x dan HC kendaraan bermotor roda empat dengan Bentonit Terpillarisasi TiO₂ yang digunakan.

3.2 Objek Penelitian

Sebagai objek penelitian ini adalah emisi sisa gas SO_x dan HC dari kendaraan bermotor roda empat.

3.3 Lokasi Penelitian

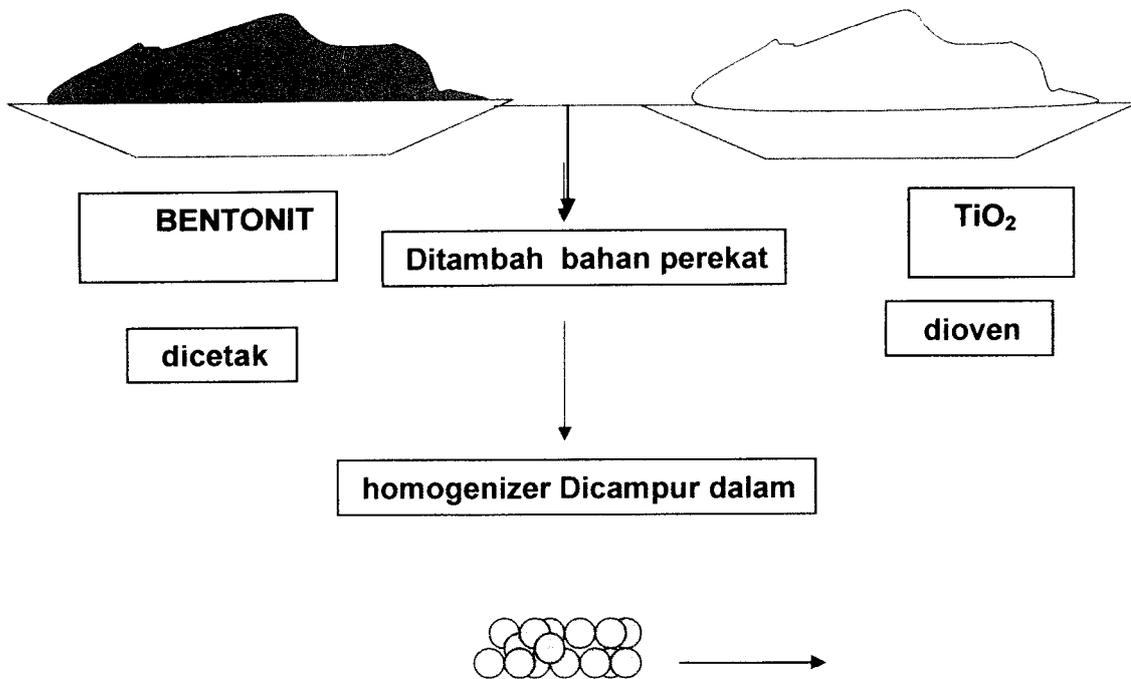
Penelitian bertempat di BATAN (Badan Tenaga Nuklir Nasional) dan Laboratorium Kualitas Lingkungan Jurusan Teknik Lingkungan yang beralamat di Jogjakarta.

3.4 Variabel Penelitian

1. Variabel bebas (*Independent Variable*)

Komposisi TiO₂ dalam bentonit di variasi 15%, 20%, 25%, temperatur pilarisasi 100 °C, 200 °C, 300 °C dan panjang media 5, 10, 15 cm.

3.6.2 Tahapan pembuatan media penyerap



Gambar 5. Tahap pembuatan media penyerap

Pembuatan media penyerap menggunakan cetakan alumunium berbentuk bujur sangkar dengan panjang 1 cm dan kemudian dibentuk bulat yang terdiri dari :

- 0 % 200 gr (198 gr Bentonit + 2 gr perekat)
- 15 % 300 gr (252 gr Bentonit + 45 gr TiO₂ + 3 gr perekat)
- 20 % 300 gr (237 gr Bentonit + 60 gr TiO₂ + 3 gr perekat)
- 25 % 300 gr (222 gr Bentonit + 75 gr TiO₂ + 3 gr perekat)

3.6.3 Perbandingan Perekat

Dalam pembuatan media dilakukan beberapa pengujian beberapa pengujian terhadap beberapa jenis bahan perekat yang berguna untuk mencari perekat yang efektif, kuat dan homogen.

Beberapa bahan perekat yang dilakukan pengujian adalah : Kanji, Gula, Aquadest, Gelatin, Tarpitch, Semen.

Dalam pengujian bahan perekat yang digunakan sebanyak 0.5 gr (1%), Pemakaian aquadest sebagai pelarut, Tiap perekat 40-80 ml

Pengujian perekat dilakukan dalam 2 tahap yaitu menggunakan TiO_2 dan Tanpa TiO_2 , Dapat dilihat dalam table berikut ini :

Tabel 11. Pengujian Perekat Menggunakan TiO_2

No	Komposisi	Pengadukan	Pengeringan	Pemanasan
1.	Bentonit + kanji + TiO_2	3 jam	1 hari	3 jam
2.	Bentonit + aquadest + TiO_2	3 jam	2 hari	3 jam
3.	Bentonit + gula + TiO_2	3 jam	2 jam	2,5 jam
4.	Bentonit + gelatin + TiO_2	3 jam	1,5 hari	2,5 jam
5	Bentonit + semen + TiO_2	3 jam	1 hari	3 jam
6	Bentonit + tarpitch + TiO_2	3 jam	1 hari	2,5 jam

(Sumber: Data Primer, 2005)



3.7 Tahap pelaksanaan percobaan

3.7.1 Sulfur Dioksida (SO_x)

3.7.1.1 Metode Analisa

a) Bahan dan cara pembuatan reaksi

- Asam Sulfamat 0,6 %

Timbang asam sulfamat 0,6 % larutkan dengan aquadest sampai 100 ml

- Formaldehid 0,2 %

Ambil 5 ml formaldehid 36 %- 38% encerkan dengan aquadest hingga hingga 10 liter

- Pararosanilin = PRA

Variasi A : Ambil 20 ml larutan PRA induk 0,2 % yang sudah dimurnikan ditambah 25 ml asam fosfat 3M, masukkan dalam labu takar 250 ml dan encerkan dengan aquadest sampai tanda batas

Variasi B : Ambil 20 ml larutan PRA induk 0,2 % yang sudah dimurnikan di tambah 200 ml asam fosfat 3M, masukkan dalam labu takar 250 ml dan encerkan dengan aquadest sampai tanda batas

Pembuatan PRA induk 0,2 % yang dimurnikan :

1. Masukkan 100 ml n butanol dan 100 ml HCl 1 M dalam corong pemisah 250 ml kocok pisahkan lapisan yang ada (lapisan n butanol dan lapisan asam)
2. Timbang PRA 0,1 g masukkan dalam gelas piala tambahkan 50 ml HCl yang sudah dipisahkan (1) dan tunggu beberapa menit

3. Masukkan dalam corong pemisah 125 ml dan tambahkan 50 ml n butanol, kocok kemudian pisahkan lapisan asam yang ada.
 4. Lapisan asam hasil ekstraksi dengan n butanol. Dilakukan 5 kali masing-masing dengan 20 ml n butanol
 5. Lpisan asam hasil ekstraksi disaring melalui kapas dan masukkan dalam labu takar 50 ml dan tepatkan dengan HCl 1 M sampai tanda batas
- Pembuatan HCl 1M
8,6 ml HCl pekat encerkan dengan aquadest sampai 100 ml
 - Pembuatan H_3PO_4
20,5 ml fosfat pekat encerkan dengan aquadest sampai 100 ml
- b) Pembuatan Kurve Kalibrasi**
- Penentuan kadar SO_2 dalam larutan Na_2SO_3 . timbang teliti 0,4 g $NaSO_3$ enerkan dengan aquadest sampai 500 ml labu takar
Penentuan kadar SO_2 dalam larutan $NaSO_3$ dengan titrasi balik sampai berikut :
- Blanko : Pipet 50 ml Iodin 0,01 N masukkan Erlenmeyer tambahkan 25 ml aquadest
- Uji : Pipet 50 ml Iodin 0.01 N masukkan Erlenmeyer tambahkan 25 ml larutan Na SO_3
- Blanko dan uji diamkan 5 menit , Kemudian masing- masing di titrasi dengan Natrium Tiosulfat 0,01 N.
- Pembuatan kurve

- o Kendaraan dengan transmisi otomatis, posisi tuas pemindah harus netral N atau parkir P.
- o Motor penggerak terlebih dahulu dipanaskan hingga mencapai suhu kerja normal (80 °C).
- o Choke (jika ada) kendaraan tidak bekerja
- o Putaran idling motor penggerak harus stabil.
- o Bahan bakar yang digunakan harus memenuhi persyaratan pemerintah

II. Instruksi Kerja Alat Dan Pengoperasian

c) Instruksi kerja Pengukuran Bensin (Gasoline).

- o Nyalakan tombol on pada alat uji tunggu pemanasan alat selama 15 menit.
- o Setelah masa pemanasan berlangsung usai, tekan tanda tombol Petrol (bensin) untuk pengujian pengambilan sampel.
- o Pilih tombol pengujian Official Measurement (OM) untuk memasukkan nomer kendaraan dan spesifikasi kendaraan.
- o Tekan tanda penah >>> untuk melanjutkan ke proses penyimpanan data pilih tombol SAVE
- o Tunggu selama 30 detik proses *Tester is Stabilizing*
- o Masukkan probe kedalam knipot (saluran buang) kendaraan \pm 30 cm tunggu pengambilan sampel untuk mendapatkan data polutan akurat yang dikeluarkan dari knipot selama 30 detik.
- o Setelah data didapatkan, Print data maka dengan sendirinya alat akan mengeluarkan hasil data tersebut dengan tampilan pada LCD yang sama

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Penelitian yang dilakukan pada kendaraan bermotor roda empat jenis Toyota kijang tahun 1998 dengan menggunakan bentonit Terpilarisasi TiO_2 sebagai penyerap gas buang kendaraan bermotor berupa Hidrokarbon (HC) Dan Sulfur Oksida (SO_x). Variasi adsorben bentonit terpilarisasi TiO_2 adalah bentonit murni atau 0% TiO_2 , 15% TiO_2 , 20% TiO_2 , 25% TiO_2 , dengan variasi suhu pembakaran adsorben yaitu : 100°C , 200°C , 300°C

Sebelum menggunakan adsorben dengan variasi TiO_2 dan suhu pembakaran yang ditetapkan dalam pengambilan sampel, dilakukan terlebih dahulu pengambilan sampel tanpa menggunakan media, adsorben yang berfungsi sebagai kontrol, kontrol ini sebagai pembanding nilai emisi gas kendaraan bermotor sebelum menggunakan media adsorben dan setelah menggunakan media adsorben apakah terjadi penurunan gas emisi atau tidak.

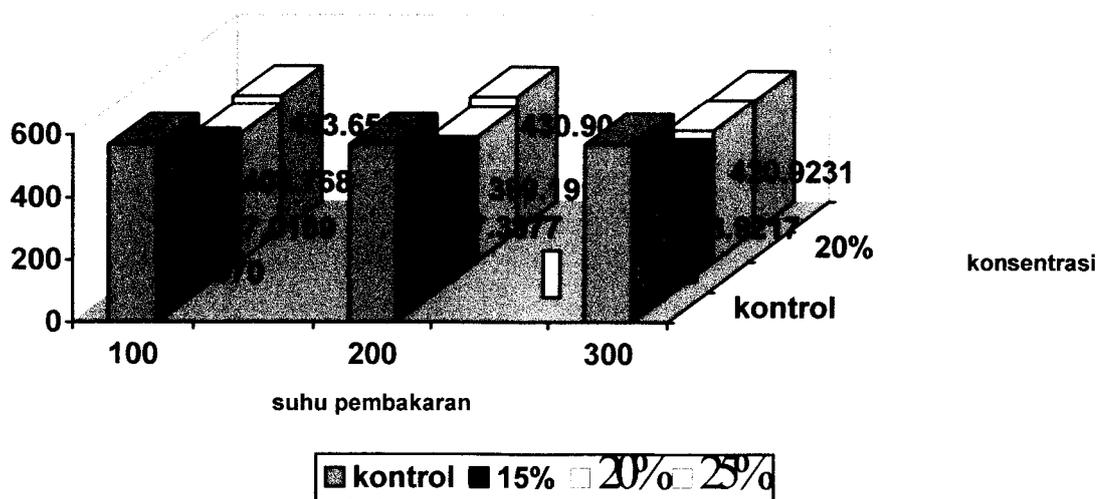
Hasil analisa dapat dilihat pada tabel berikut ini :

1. Data analisis HC

Tabel 13. Data analisis Hidrokarbon (HC)

NO	KETERANGAN	DATA PENYERAPAN (ppm)
	Kontrol	570
1	0% TiO₂	
	5 cm	437.6667
	10 cm	429.6923
	15 cm	426.0033
2	15 % TiO₂	
	100 °C	427.0169
	200 °C	397.3877
	300 °C	393.9217
3	20 % TiO₂	
	100 °C	408.7687
	200 °C	399.1919
	300 °C	420.9231
4	25 % TiO₂	
	100 °C	433.6545
	200 °C	430.9044
	300 °C	418.4043

(Sumber : Data Primer,2005)



Grafik 1. Grafik hubungan hasil uji emisi terhadap suhu pembakaran

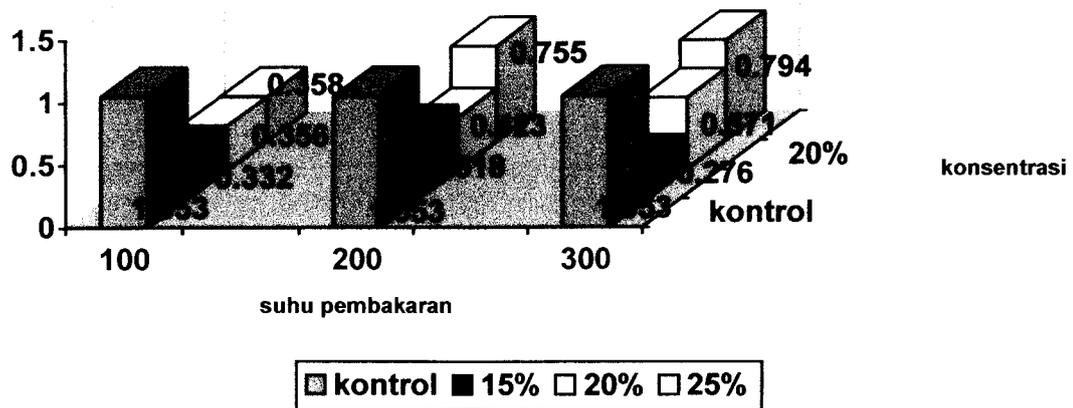
Pada tabel 13. variasi TiO_2 0% digunakan untuk menentukan panjang media, dalam hal ini yang terbaik adalah panjang media 15 cm, karena mengalami penyerapan yang bagus. Pada grafik 1. dapat dinyatakan bahwa penyerapan Hidrokarbon bersifat stabil pada variasi TiO_2 15%, 25% karena semakin tinggi suhu pembakaran maka penyerapan yang dihasilkan semakin tinggi, disebabkan pada media terbentuknya pilarisasi yang baik, namun pada variasi TiO_2 20% penyerapan tidak stabil, terutama pada suhu 300°C hal ini disebabkan pada media tidak terbentuk pilarisasi yang sempurna dan terjadinya perubahan struktur dan kerapuhan pada media, hal ini dapat terjadi karena pembuatan media yang tidak bagus dan suhu pembakaran yang tidak merata pada media.

2. Data Analisis SO_x

Tabel 14. Data analisis Sulfur Oksida (SO_x)

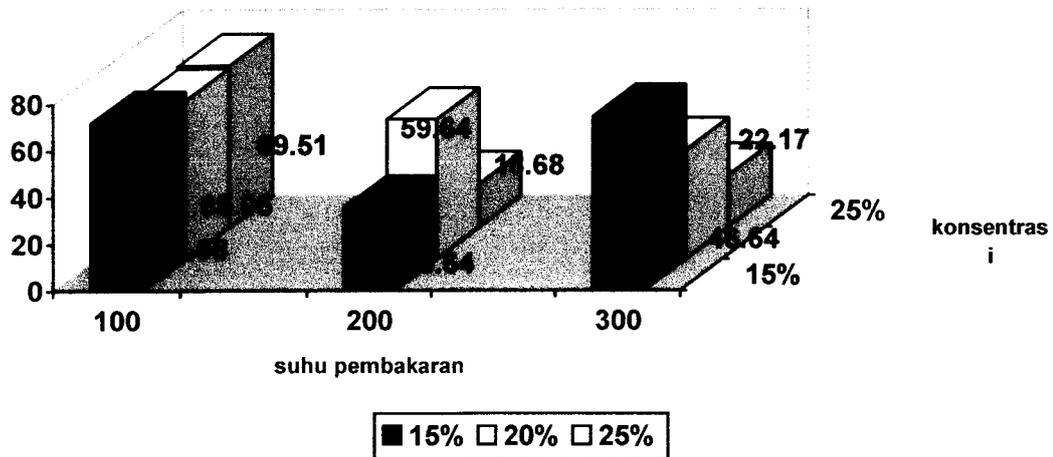
NO	KETERANGAN	DATA PENYERAPAN (ppm)
	Kontrol	1.053
1	0% TiO_2	
	5 cm	0.626
	10 cm	0.456
	15 cm	0.341
2	15 % TiO_2	
	100°C	0.332
	200°C	0.518
	300°C	0.276
3	20 % TiO_2	
	100°C	0.356
	200°C	0.423
	300°C	0.571
4	25 % TiO_2	
	100°C	0.358
	200°C	0.755
	300°C	0.794

(Sumber : Data Primer, 2005)



Grafik 2. Grafik hubungan uji emisi dengan suhu pembakaran

Pada tabel 14 variasi TiO_2 0% digunakan untuk menentukan panjang media, dalam hal ini yang terbaik adalah panjang media 15 cm, karena mengalami penyerapan yang bagus. Pada grafik 2 dapat dinyatakan penyerapan SO_x pada media tidak terlihat bagus, hal ini dapat dilihat bahwa pada variasi TiO_2 15% suhu 200°C dimana kemampuan media menyerap sangat kecil hal ini disebabkan oleh pilarisasi tidak terbentuk sempurna dan terjadi nya kejenuhan pada media, begitu pula pada variasi TiO_2 25% dimana penyerapan yang dihasilkan tidak optimal, terutama pada suhu 200°C dan 300°C hal ini dikarenakan terjadinya perubahan struktur pada saat pembakaran media.



Grafik 4. Grafik hubungan persentase penurunan dengan suhu pembakaran

Pada grafik 4 dapat dinyatakan bahwa persentase penurunan yang terbaik adalah pada variasi TiO_2 15% suhu pembakaran 300°C yaitu 74.65% hal ini dikarenakan pada terjadinya penyerapan yang optimal dan bagus karena pada media terbentuknya pilarisasi yang diharapkan, sedangkan persentase penurunan yang rendah pada variasi TiO_2 25% suhu pembakaran 200°C yaitu 18.68% hal disebabkan tidak terjadinya penyerapan yang baik kerana terjadinya perubahan struktur pada media saat pembakaran dan tidak terbentuknya pilarisasi yang sempurna.

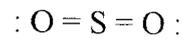
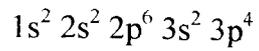
4.2 Efisiensi Penyerapan Emisi Gas Buang oleh Bentonit Terpillarisasi TiO₂

Dari hasil penelitian uji emisi gas buang kendaraan bermotor HC dan SO_x diketahui bahwa bentonit murni dan bentonit terpillarisasi mampu menurunkan kandungan emisi gas. Ini dikarenakan dari bentonit yang mengandung monmorilonit lebih dari 85 % memiliki sifat plastisitas dan koloidal yang tinggi serta mampu menyerap dan melakukan pertukaran ion, interkalasi dan kemampuan dalam mengembang. Kapasitasnya sebagai penukar ion adalah berdasarkan kemampuan mineral untuk berinteraksi dengan berbagai macam kation dan molekul netral (Tan,1991).

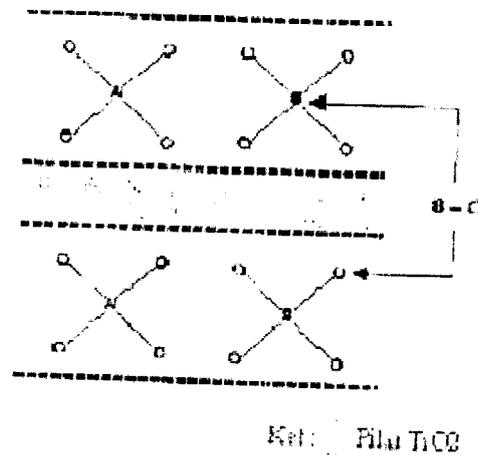
Dalam penelitian ini bentonit murni dipakai untuk mencari panjang media yang paling baik dalam menurunkan kandungan emisi, sehingga didapatkan panjang media yang terbaik adalah 15 cm dapat dilihat dalam tabel 13. Dan untuk bentonit terpillarisasi dipakai dalam penentuan variasi TiO₂ yang terbaik, dalam tabel 15 dapat dilihat bahwa adsorben terpillar mempunyai efisiensi removal yang lebih baik hal ini dapat dilihat dalam grafik. Hal ini dapat dipastikan bahwa terbentuknya pilarisasi yang diharapkan dalam bentonit, kerapatan rongga pada bentonit dapat lebih lebar dengan adanya pilar dari titanium dioksida, sehingga ruang penyerapan dalam bentonit semakin banyak mereduksi gas emisi dan TiO₂ sebagai katalis mempunyai kemampuan memecahkan berbagai senyawa polutan organik. Efisiensi penyerapan yang menyimpang terjadi pada variasi TiO₂ 20% hal ini dapat dilihat dari grafik 1 hal ini disebabkan oleh tidak terbentuknya pilarisasi pada media dan terjadinya kerapuhan bahan penyerap.

Efisiensi penyerapan emisi gas HC oleh bentonit terpillarisasi TiO₂ adalah berkisar antara 23 % - 30 %. Efisiensi paling tinggi dengan adsorben bentonit terpillarisasi TiO₂

Rumus molekul dari SO₂ adalah



Menurut Wardhana 1995, Kendaraan bermotor sebagai sumber pencemar mengeluarkan 0.3 % total dari sumber pencemar SO_x. Disamping itu kandungan sulfur pada bahan bakar bensin sangat kecil sehingga penyerapan oleh media adsorben bisa sangat besar.



Gambar 10. Pengikatan SO_x terhadap Bentonit Terpilarisasi TiO₂

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dengan menggunakan aplikasi Bentonit Terpillarisasi TiO₂ dapat diambil beberapa kesimpulan berikut ini :

1. Berdasarkan penelitian dapat dibuktikan bahwa Bentonit Terpillarisasi TiO₂ dapat digunakan sebagai material multiguna dan aplikasinya sangat potensial antara sebagai katalis dan adsorben.
2. Dari hasil data penyerapan dan persen penurunan uncut HC, media yang mampu mereduksi gas adalah pada 15% suhu 300 °C yaitu 30.89%.
3. Dari hasil data penyerapan dan persen penurunan uncut SO_x, media yang mampu mereduksi gas adalah pada 15% suhu 300 °C yaitu 74.65%.
4. Perbedaan kadar TiO₂ sebagai pemilar pada adsorben Bentonit tidak terlalu berpengaruh dalam penurunan kadar HC dan SO_x.
5. Dari hasil data penyerapan dan penurunan dapat disimpulkan bahwa ketidakmampuan media dalam mereduksi gas disebabkan oleh tidak terbentuknya pilarisasi yang diharapkan atau terjadinya perubahan struktur media pada saat pembakaran.
6. Dalam pilarisasi bentonit, TiO₂ merupakan suatu alternatif yang baik didasarkan pada alasan bahwa lempung terpillar TiO₂ memiliki luas permukaan dan keasaman

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1999 *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.41 Th 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara, Kantor Mentri Negara PPLH, Jakarta.*
- Anonim, 2000 *Teknologi Penjernihan Minyak Goreng kelapa dengan Bahan Galian (Bentonit).*
- Anonim, 2001 *Pencemaran Udara, Pengaruh, Serta cara Penanggulangannya.*
- Fardiaz, Srikandi, 1992 *Polusi Air dan Udara, Kanisius, jogjakarta*
- Fathurrahmi, 2003 *Karakteristik, Aktivasi dan Pemanfaatan Bentonit Sebagai Adsorben Cu(III), Skripsi Jurusan Kimia FMIPA UII, Jogjakarta.*
- Fatimah Is , 1997 *Ringkasan Skripsi Aktivasi Zeolit Alam Asal Cipatujuh Sebagai Adsorben Dalam Pengolahan Limbah Cair Limbah Tapioka, Jurusan Kumia FMIPA UGM, Jogjakarta.*
- Guntoro, dkk, 2004 *Bentonit Terpilarisasi TiO₂, Jogjakarta*
- Hoffman, M.R Martin, S. T *Environmental Application s Of Semiconductor Photocatalys. Chem Rev 95, 69-96.*
- Juli Soemirat Slamet, 1994 *Kesehatan Lingkungan, Gajah Mada University press, Jogjakarta*
- J.Glyn Henry and Garry W.Heinke, 1996 *Environmental Science And Engineering, New Jersey.*

- Leonard, V. I, 1995 *Materials Chemistry and Emerging Disipline*, ACS. Washington.
- Long RQ dan Yang RTan, 1999, *Selective Catalytic Reduction of Nitrogen Oxides by Amonia over Fe³⁺ Exchange TiO₂ Pillared Clay Catalyst*
Mc Graw Hill, *Air Pollution Control*, New Jersey
- Moestikahadi, 1999 *Buku Pedoman Pengajar Mata Ajaran Kimia Lingkungan DEPKES RI, Jakarta.*
- Ogawa. M, 1992, *Preparation of Clay Organic Intercalation Compounds by Solid Reaction and Their Application To Photofunctional Material Disertation, Waseda University, Tokyo*
- PT.C&S EQUIP, *Infrared Multigas Analyzer Tecnotest, Jakarta*
- Palar, H, 1994, *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat, Rineka Cipta, Jakarta*
- Ryadi, Slamet, 1982 *Pencemaran Udara, Usaha Nasional, Surabaya*
- Sastrawijaya, Tresna. A, 1991 *Pencemaran lingkungan, Cetakan Pertama. Penerbit Rneka Cipta, Jakarta*
- Wardhana, Wisnu A, 1995 *Dampak Pencemaran Lingkungan, Andi offset, jogjakarta*



LAMPIRAN

DATA PENYERAPAN HIDROKARBON

Data	Kontrol	Rerata Data	Rerata Kontrol	%Penurunan Awal	%Penurunan Stabil
1. Kontrol Awal					
1	517	566.667	570		
2	582				
3	601				
2.0%, 100C, 5 cm					
1	425	434.667	570	434.667	434.667
2	443				
3	436				
3.0%, 100C, 10 cm					
1	424	423.667	579	417.081	429.692
2	406				
3	441				
4.0%, 100C, 15 cm					
1	461	450.667	584.5	439.487	426.003
2	447				
3	444				
5.15%, 100C, 15 cm					
1	459	454	558.5	463.348	427.017
2	461				
3	442				

6.15%,200C,15 cm						
1	474	607	441.667	601	418.885	397.388
2	419	595				
3	432					
7.15%,300C,15 cm						
1	415	596	442.333	600.5	419.867	393.922
2	432	605				
3	480					
8.20%,100C,15 cm						
1	326	602	380	601	360.399	408.769
2	383	600				
3	431					
9.20%,200C,15 cm						
1	416	594	433.667	594.5	415.795	399.192
2	438	595				
3	447					
10.20%,300C,15 cm						
1	450	574	446.667	585	435.214	420.923
2	458	596				
3	432					

DATA REGRESI SOx

y	x
0.027	0.11
0.045	0.22
0.048	0.44
0.114	0.55
0.117	0.66
0.145	0.77
0.163	0.88

int (a) 0.00751
 slope (b) 0.17698
 R 0.99526

ABSORBANSI KONSENTRASI (ppm)

	1	2	1	2
Kontrol	0.134	125	0.715	0.664
0%,100C,5 cm				
a	0.081	0.072	0.145	0.364
b	0.085	0.082	0.043	0.0421
c	0.081	0.079	0.415	0.404
0%,100C,10 cm				
a	0.065	0.061	0.325	0.302
b	0.062	0.062	0.308	0.308
c	0.058	0.054	0.285	0.263
0%,100C,15 cm				
a	0.047	0.048	0.223	0.229
b	0.043	0.047	0.201	0.223

rerata	SOx ug/m ³	SOx ppm
0.689	2757.19	1.053
0.39	1559.29	0.596
0.429	1717.5	0.656
0.41	1638.39	0.626
0.314	1254.16	0.479
0.308	1231.56	0.47
0.274	1098.95	0.419
0.226	903.83	0.345
0.212	847.326	0.324

GUBERNUR DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA,

- Menimbang :**
- a. bahwa pencemaran udara yang diakibatkan oleh meningkatnya jumlah kendaraan bermotor dapat berakibat pada penurunan kualitas udara;
 - b. bahwa Baku Mutu Lingkungan Daerah untuk Wilayah Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta khususnya Sumber Bergerak Baku Mutu Emisi Gas dan Partikel Buang sebagaimana ditetapkan dalam Keputusan Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 214/KPTS/1991 sudah tidak sesuai lagi dengan perkembangan saat ini sehingga perlu ditinjau;
 - c. bahwa berdasarkan pertimbangan-pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a dan b di atas perlu menetapkan Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta tentang Baku Mutu Emisi Sumber Bergerak Kendaraan Bermotor di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta;

- Mengingat :**
1. Undang-undang Nomor 3 Tahun 1950 tentang Pembentukan Daerah Istimewa Yogyakarta jo Peraturan Pemerintah Nomor 31 Tahun 1950 sebagaimana telah diubah dan ditambah terakhir dengan Undang-undang Nomor 26 Tahun 1959;
 2. Undang-undang Nomor 14 Tahun 1992 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan;
 3. Undang-undang Nomor 23 Tahun 1992 tentang Kesehatan;
 4. Undang-undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup;
 5. Undang-undang Nomor 22 Tahun 1999 tentang Pemerintahan Daerah;
 6. Peraturan Pemerintah Nomor 42 Tahun 1993 tentang Pemeriksaan Kendaraan Bermotor di Jalan;
 7. Peraturan Pemerintah Nomor 44 Tahun 1993 tentang Kendaraan dan Pengemudi;
 8. Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara;
 9. Peraturan Pemerintah Nomor 25 Tahun 2000 tentang Kewenangan Pemerintah dan Kewenangan Propinsi sebagai Daerah Otonom;
 10. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor Kep 35/MENLH/10/1993 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor;
 11. Peraturan Daerah Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 4 Tahun 2001 tentang Pembentukan dan Organisasi Lembaga Teknis Daerah di Lingkungan Pemerintah Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta jo Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 89 Tahun 2001 tentang Uraian Tugas dan Tata Kerja Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta;

Menetapkan : KEPUTUSAN GUBERNUR DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA TENTANG BAKU MUTU EMISI SUMBER BERGERAK KENDARAAN BERMOTOR DI PROPINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA.

BAB I KETENTUAN UMUM Pasal 1

Dalam Keputusan ini yang dimaksud dengan :

1. Gubernur adalah Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta.
2. Emisi Sumber Bergerak adalah gas buang dari sumber kendaraan bermotor sebagai hasil proses pembakaran di ruang mesin.
3. Baku Mutu Emisi adalah ukuran batas atau kadar zat, dan/atau komponen yang ditenggang keberadaannya dalam emisi.
4. Kendaraan bermotor adalah kendaraan yang digerakkan oleh peralatan teknik yang berada pada kendaraan itu.
5. Baku Mutu Emisi Sumber Bergerak Kendaraan Bermotor adalah batas maksimum zat atau bahan pencemar yang boleh dikeluarkan langsung dari pipa gas buang kendaraan bermotor.
6. Sepeda motor adalah kendaraan bermotor beroda dua, atau tiga tanpa rumah-rumah baik dengan atau tanpa kereta samping.
7. Mobil penumpang adalah setiap kendaraan bermotor yang dilengkapi sebanyak-banyaknya 8 (delapan) tempat duduk tidak termasuk tempat duduk pengemudi, baik dengan maupun tanpa perlengkapan pengangkutan bagasi.
8. Mobil bus adalah setiap kendaraan bermotor yang dilengkapi lebih dari 3 (delapan) tempat duduk tidak termasuk tempat duduk pengemudi, baik dengan maupun tanpa perlengkapan pengangkutan bagasi.
9. Mobil barang adalah setiap kendaraan bermotor selain dari yang termasuk dalam sepeda motor, mobil penumpang dan mobil bus.
10. Kendaraan khusus adalah kendaraan bermotor selain dari pada kendaraan bermotor untuk penumpang dan kendaraan bermotor untuk barang, yang penggunaannya untuk keperluan khusus atau mengangkut barang-barang khusus.

BAB II MAKSUD DAN TUJUAN

Pasal 2

- (1) Maksud ditetapkannya Keputusan ini adalah untuk menentukan Baku Mutu Emisi Sumber Bergerak Kendaraan Bermotor.
- (2) Tujuan ditetapkannya Keputusan ini adalah untuk memberikan batasan Mutu Emisi yang boleh dibuang ke lingkungan akibat Emisi Sumber Bergerak Kendaraan Bermotor.

BAB III BAKU MUTU EMISI SUMBER BERGERAK KENDARAAN BERMOTOR

Pasal 3

Baku Mutu Emisi Sumber Bergerak Kendaraan Bermotor di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta sebagaimana tercantum dalam Lampiran Keputusan ini.

Perhitungan Titik jenuh teoritis

Dari empat parameter yang di teliti oleh:

- Novitria Siskawati (HC dan SOx)
- Siska Iryani (CO dan NOx)

Diketahui Bentonit dengan konsentrasi TiO₂ 15% pada suhu 300 °C merupakan nilai yang terbaik.

Diketahui :

Parameter	Kontrol (ppm)	Outlet (ppm)	Selisih (ppm)
CO	54700	33580	21120
HC	570	393.92	176.08
NOx	28.85	4.17	24.68
SOx	1.053	0.278	0.775
Jumlah			21,321.5375 mg/m ³

Q knalpot : 1L/mnt (asumsi)

Pemakaian mobil perhari = 3 jam/hari (asumsi)

Daya serap bentonit = 74.59 % = 75 %

Berat bentonit = @ 1.5 gram x 700 butir = 1.050 gram

Nilai titik jenuh teoritis : X/Y

X : jumlah bentonit x Daya serap bentonit

: 1.050 gram x 75 % = 0.7875 gram

Y : Q knalpot x Pemakaian mobil x jumlah selisih konsentrasi

: 1 L/mnt x 180 mnt/hari x 21,321.5375 mg/m³ x 1000ug/1 mg x 1m³/1000 L

: 3,837.87675 ug/hr

: 0.00385 gram/hari

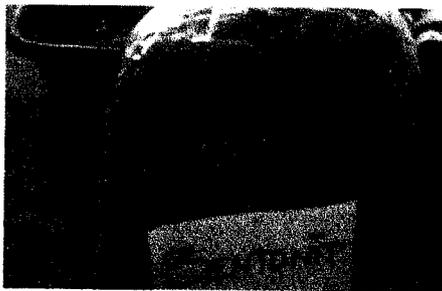
Jadi nilai titik jenuh = X/Y = 0.7875 gram/0.00385 gram/hari

= 204.545 hari = 205 hari.

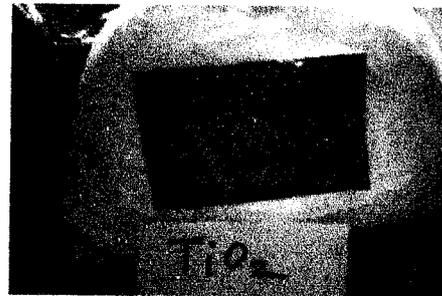
Bahan – Bahan Penelitian



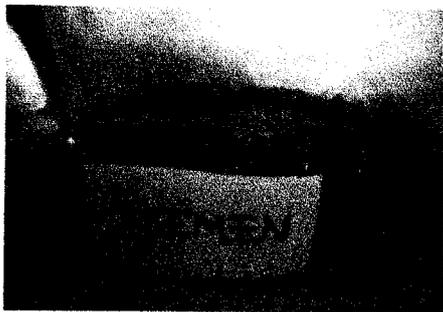
Gambar a. Bahan – Bahan Pembuatan Media



Gambar b. Bentonit



Gambar c. TiO_2



Gambar d. Semen



Gambar e. Bahan yang sudah dicampur

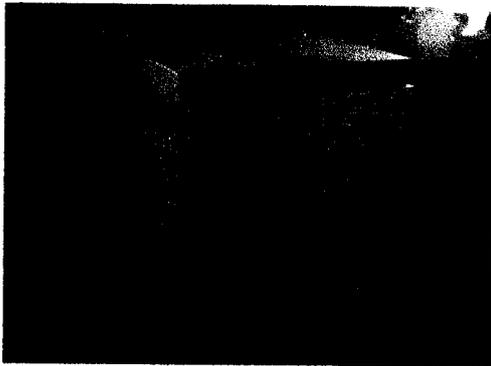
Reaktor dan Alat - Alat Penelitian



a. Reaktor



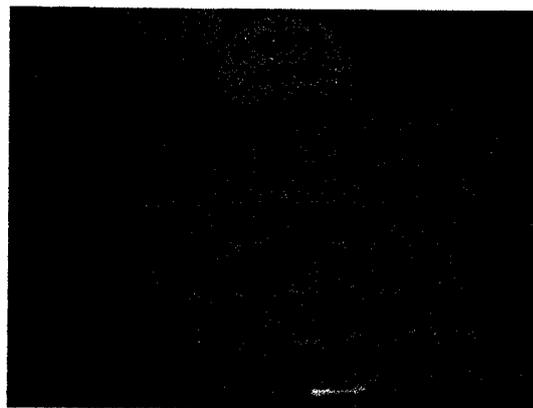
b. Homogenezer



c. Furnies

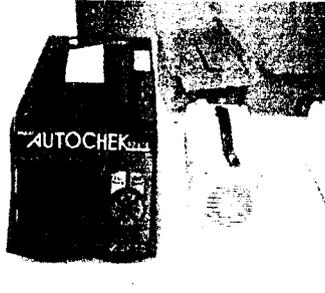


d. cetakan media

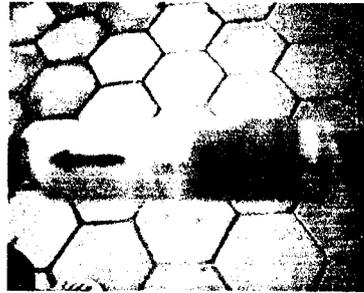


e. Bentuk Media

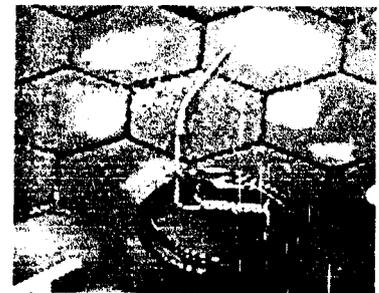
Alat Analisa Karbon monoksida



a. AutoChek

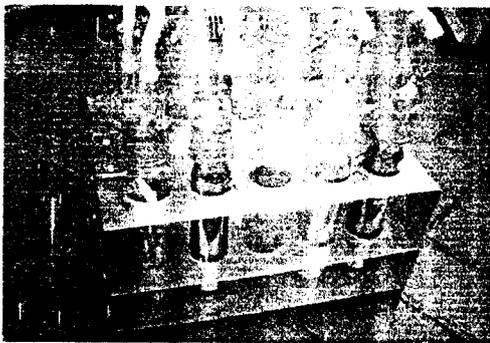


b. Filter

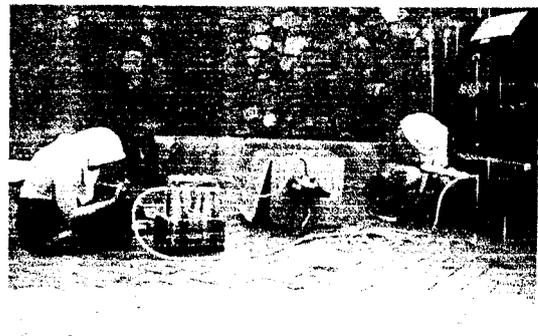


c. Selang Inlet

Alat Analisa Nitrogen Oksida



a. Impinger



Analisa Karbon Monoksida



Kegiatan memasukkan media penyerap ke dalam Reaktor untuk pengambilan sampel untuk konsentrasi CO dan HC

Analisa Nitrogen Oksida



Kegiatan pengambilan sampel untuk konsentrasi SO_x dan NO_x