

PEN/TK/2008/336

LAPORAN PENELITIAN

**AKTIVASI CLAY Al₂O₃ SEBAGAI ADSORBEN
UNTUK ADSORBSI GAS NO₂**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia**



Disusun oleh :

ADITYA JENAR (04 521 011)

RIDWAN WANDA G (04 521 032)

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2008

LEMBAR PENGESAHAN

AKTIVASI CLAY Al₂O₃ SEBAGAI ADSORBEN UNTUK ADSORBSI GAS NO₂

LAPORAN PENELITIAN



Oleh:

Nama : Aditya Jenar Nama : Ridwan Wanda Gonso
No. Mahasiswa : 04521011 No. Mahasiswa : 04521032

Yogyakarta, November 2008

Menyetujui,
Dosen Pembimbing Penelitian,

Arif Hidayat

Arif Hidayat, ST., M.T.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Kamariah Anwar
H. Dra. Kamariah Anwar, MSi

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum. Wr. Wb.

Alhamdulillahirrabbi' alamin, puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan penelitian ini.

Laporan ini disusun berdasarkan hasil penelitian di Laboratorium Kimia Dasar FTI UII dan Laboratorium Kimia Lanjut FMIPA UII Jogjakarta. Penelitian ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Pada kesempatan ini tak lupa kami mengucapkan terima kasih kepada:

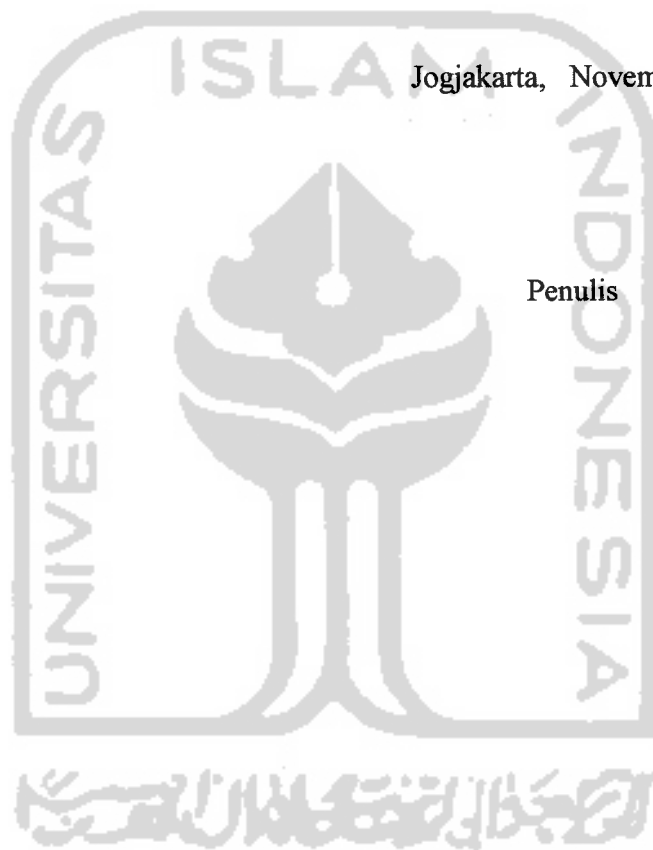
1. Ibu Hj. Dra. Kamariah Anwar MSi., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Arif Hidayat ,ST.,M.T. selaku dosen pembimbing penelitian.
3. Kepala Laboratorium Kimia Dasar Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Kepala Laboratorium Kimia Lanjut Fakultas MIPA Universitas Islam Indonesia
5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu sehingga kami dapat menyelesaikan laporan penelitian ini.

Akhir kata penulis berharap laporan penelitian ini bermanfaat dan dapat menambah wawasan bagi mahasiswa Teknik Kimia pada khususnya dan mahasiswa lain pada umumnya.

Wassalamu'alaikum. Wr. Wb.

Jogjakarta, November 2008

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Landasan Teori	5
2.1.1 Clay	5
2.1.2 Gas NOx	8
2.1.3 Adsorpsi	12
2.1.4 Adsorpsi Gas Nox	13
2.2 Karakteristik Bahan	14

BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	
3.1	Bahan Yang Digunakan -----	15
3.2	Alat-Alat Penelitian -----	15
3.3	Prosedur Penelitian -----	16
3.3.1	Aktivasi Katalis Clay -----	16
3.3.2	Uji Keasaman Padatan -----	16
3.3.3	Analisa Kapasitas Pertukaran Kation -----	17
3.3.4	Uji Aktifitas Material untuk Adsorpsi Gas NO ₂ -----	17
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1	Uji Aktivitas Katalis -----	19
4.2	Analisis FTIR -----	20
4.3	Analisis FTIR pada Zeolit Setelah Adsorpsi Gas Nox -----	22
4.4	Analisis UV-Visible Spektrofotometer -----	24
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1	Kesimpulan -----	27
5.2	Saran -----	27
	DAFTAR PUSTAKA -----	28

DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 1.	Sumber Pencemaran NO _x di udara	10
Tabel 2.	Gambaran Umum Spektra IR pada adsorbent	22
Tabel 3.	Hasil analisa larutan penjerap dengan <i>UV-Visible Spectrofotometer</i> pada clay pure 100°C.	25
Tabel 4.	Hasil analisa larutan penjerap dengan <i>UV-Visible Spectrofotometer</i> pada clay aktivasi 100°C.	25



DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 1.	Hasil FTIR Clay	20
Gambar 2.	Hasil FTIR Clay Aktivasi	21
Gambar 3.	Hasil FTIR Clay Aktivasi setelah adsorpsi NO _x (100 ^o C)	23
Gambar 4.	Hasil FTIR Clay setelah adsorpsi NO _x (100 ^o C)	24



AKTIVASI CLAY Al_2O_3 SEBAGAI ADSORBEN UNTUK ADSORPSI GAS NO_2 **BAB I****PENDAHULUAN****1.1 Latar Belakang Masalah**

Indonesia merupakan salah satu negara yang kaya akan clay / lempung alam dengan sifat-sifat yang memungkinkan untuk dimodifikasi menjadi katalis maupun sebagai padatan pengemban logam aktif. Lebih spesifik lagi bahwa clay salah satunya mengandung logam aktif senyawa alumina (Al_2O_3), dimana alumina telah diketahui memainkan peranan penting sebagai katalis pada industri pengolahan minyak bumi dan petrokimia, termasuk dalam reaksi perengkahan dan isomerisasi hidrokarbon.

Dalam dunia industri kebutuhan terhadap clay yang mengandung Al_2O_3 semakin lama semakin meningkat, selain itu untuk mendapatkan produk clay yang memiliki sifat-sifat menguntungkan dan kestabilan yang tinggi perlu dilakukan modifikasi peningkatan kemampuan kerja dari clay. Tanpa modifikasi, kemampuan kerja clay umumnya tidak begitu tinggi. Salah satu bentuk modifikasi yaitu dengan pengasaman, dimana clay yang mengandung Al_2O_3 (*carrier*) akan teraktivasi asam. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan aktivasi katalis clay dengan H_2SO_4 . Penelitian ini menggunakan clay karena mudah didapat di alam dan mudah dipisahkan.

Beberapa tahun ini dengan semakin meningkatnya aktifitas industri akan memberikan efek yang negatif bagi lingkungan, yaitu meningkatnya tingkat pencemaran udara. Dunia internasional pun saat ini sedang berlomba-lomba untuk mengurangi emisi gas buang baik untuk kendaraan maupun industry, hal ini dalam



AKTIVASI CLAY Al_2O_3 SEBAGAI ADSORBEN UNTUK ADSORPSI GAS NO_2

rangka mengimplementasikan Protokol Kyoto dan isu global mengenai CDM (*Clean Development Mechanism*). Sejalan dengan hal tersebut pemerintah telah membuat regulasi tentang pembatasan emisi gas buang, baik dari kendaraan bermotor maupun gas buang mesin industri. Salah satu cara untuk dapat mengatasi pencemaran udara adalah meminimalisir gas buang yang dilepaskan ke atmosfer. Gas NO_x merupakan jenis gas buang yang menimbulkan pencemaran udara.

Gas Nitrogen Oksida (NO_x) terdiri atas gas nitrogen monoksida (NO) dan nitrogen dioksida (NO_2). Dewasa ini hampir di seluruh belahan bumi, para peneliti, pakar serta praktisi yang berkecimpung dalam penanganan polusi udara bahu membahu mencari metoda yang bagus dan tepat untuk mengeliminasi atau mereduksi NO_x . Karena NO_x merupakan polutan yang membawa kontribusi pada timbulnya hujan asam, *smog* dan *ground-level ozone*.

Salah satu usaha untuk dapat mengurangi emisi gas NO_x adalah dengan melakukan proses adsorpsi gas NO_x yang keluar dari hasil pembakaran dengan menggunakan adsorben atau dikenal dengan *NO_x storage*.

Emisi gas NO_x dapat dikurangi dengan melakukan proses adsorpsi dengan menggunakan suatu adsorben. Proses adsorpsi adalah proses perpindahan massa dari suatu zat pada keadaan gas atau cair ke suatu material padat (adsorben). Adsorben yang sering digunakan pada proses adsorpsi diantaranya adalah karbon aktif dan silika gel. Clay Al_2O_3 dapat digunakan sebagai adsorben pada proses adsorpsi. Hal ini dikarenakan clay Al_2O_3 memiliki sifat-sifat yang dapat dimanfaatkan sebagai adsorben. Pada penelitian ini clay



AKTIVASI CLAY Al_2O_3 SEBAGAI ADSORBEN UNTUK ADSORPSI GAS NO_2
dengan carrier Al_2O_3 akan dimanfaatkan untuk mengurangi emisi zat berbahaya pada limbah gas.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah aktivasi clay Al_2O_3 dapat digunakan untuk mengadsorpsi gas NO_2 ?
2. Bagaimana efektifitas adsorben yang dibuat dalam mengadsorpsi gas NO_2 ?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada variabel-variabel berikut:

Variabel tergantung adalah:

- a. Suhu penyerapan
- b. Waktu penyerapan

Variabel tetap adalah:

- a. Massa katalis clay Al_2O_3
- b. Volume larutan penyerap

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan material adsorben hasil aktivasi clay Al_2O_3 dalam mengurangi emisi gas NO_2 .

1.5 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan akan dapat memberikan

AKTIVASI CLAY Al_2O_3 SEBAGAI ADSORBEN UNTUK ADSORPSI GAS NO_2

alternatif penyelesaian masalah pencemaran udara. Clay with carrier Al_2O_3 akan diaktivasi sehingga diperoleh adsorben yang akan digunakan untuk mengurangi emisi gas NO_2 .

Penelitian yang diajukan ini juga diharapkan dapat menjadi sumbangan pemikiran yang kreatif dan inovatif serta mempunyai manfaat yang nyata bagi masyarakat berupa semakin meningkatnya kesadaran keamanan lingkungan. Hal ini juga akan membantu pemerintah dalam mewujudkan kualitas lingkungan yang baik, sehingga kualitas hidup masyarakat juga akan semakin meningkat. Selain itu, penelitian yang diajukan ini juga merupakan langkah nyata yang dilakukan untuk memanfaatkan potensi alam yang bermanfaat, apabila dikelola dengan baik.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Clay

Clay / lempung alam merupakan salah satu dari jenis tanah yang banyak mengandung logam / zat kimia. Clay mengandung bermacam-macam logam alkali. Karena banyak terdapat di dalam tanah maka logam yang banyak terdapat didalam tanah disebut juga sebagai logam alkali tanah.

Clay yang digunakan pada penelitian kali ini adalah clay dengan pembawa / carrier Al_2O_3 . Maksudnya adalah bahwa lempung alam tersebut telah di-oksidasi oleh oksida logam Al- membentuk clay Al_2O_3 (alumina).

Clay pada umumnya memiliki kristalinitas yang tidak terlalu tinggi, ukuran porinya sangat tidak seragam, aktivitas katalitiknya rendah, dan mengandung banyak pengotor. Oleh karena itu perlu diaktivasi dan dimodifikasi terlebih dahulu sebelum dapat digunakan sebagai pengemban logam aktif. Agar dapat dimanfaatkan clay harus mempunyai spesifikasi tertentu berkaitan dengan hal tersebut kualifikasi clay ditentukan oleh daya serap, daya tukar kation (KTK) maupun daya katalis. Oleh sebab itu untuk memperoleh clay dengan kemampuan tinggi diperlukan beberapa pengolahan antara lain:

- **Preparasi**

Tahap ini bertujuan untuk memperoleh ukuran produk yang sesuai dengan tujuan penggunaan. Preparasi terdiri dari tahap peremukan (crushing), sampai penggerusan (grinding).

AKTIVASI CLAY Al_2O_3 SEBAGAI ADSORBEN UNTUK ADSORPSI GAS NO_2

- **Preparasi**

Tahap ini bertujuan untuk memperoleh ukuran produk yang sesuai dengan tujuan penggunaan. Preparasi terdiri dari tahap peremukan (crushing), sampai penggerusan (grinding).

- **Aktivasi**

Proses ini bertujuan untuk meningkatkan sifat-sifat khusus clay dengan cara menghilangkan unsur-unsur pengotor dan menguapkan air yang terperangkap dalam pori kristal clay. Ada dua cara yang umum digunakan dalam proses aktivasi clay Al_2O_3 , yaitu pemanasan pada suhu $90^\circ C$ selama 4 jam, dan kimia dengan menggunakan pereaksi NaOH atau

Katalis sistem logam memiliki stabilitas dan selektivitas yang jauh lebih baik dari pada *bulk* logam. Bila dipandang dari sudut modifikasi clay, pengembangan logam tersebut diharapkan dapat memperbaiki sifat dari clay, yaitu membuat ukuran pori lebih seragam dengan menutupi pori-pori kecil dan meningkatkan stabilitas termal pada katalis logam / clay Al_2O_3 terhadap perlakuan panas yang tinggi.

Sebagai perkembangan lebih lanjut dari konsep katalis Barzelius, Oswald pada tahun 1901 mendefinisikan katalis sebagai zat atau senyawa yang dapat mempercepat reaksi dan ikut bereaksi.

Entalpi reaksi dan faktor-faktor termodinamika lainnya merupakan fungsi sifat dasar dari reaktan dan produk, sehingga tidak dapat diubah dengan katalis. Adanya katalis dapat mempengaruhi faktor-faktor kinetik suatu reaksi seperti laju reaksi, energi aktivasi, sifat dasar keadaan transisi dan lain-lain (Augustine, 1996).



AKTIVASI CLAY Al_2O_3 SEBAGAI ADSORBEN UNTUK ADSORPSI GAS NO_2

Berdasarkan fasanya, material katalis dapat digolongkan menjadi katalis homogen dan katalis heterogen. Katalis homogen ialah katalis yang mempunyai fasa sama dengan fasa campuran reaksinya, sedangkan katalis heterogen adalah katalis yang berbeda fasa dengan campuran reaksinya. Katalis heterogen kurang efektif dibandingkan dengan katalis homogen karena heterogenitas permukaannya (Kalangit, 1995). Walaupun demikian, karena mudah dipisahkan dari campuran reaksinya dan kestabilannya terhadap perlakuan panas, katalis heterogen lebih banyak digunakan dalam industri kimia.

Untuk menilai baik tidaknya suatu katalis, ada beberapa parameter yang harus diperhatikan:

- Aktivitas, yaitu kemampuan katalis untuk mengkonversi reaktan menjadi produk yang diinginkan.
- Selektivitas, yaitu kemampuan katalis mempercepat satu reaksi di antara beberapa reaksi yang terjadi sehingga produk yang diinginkan dapat diperoleh dengan produk sampingan seminimal mungkin.
- Kestabilan, yaitu lamanya katalis memiliki aktivitas dan selektivitas seperti pada keadaan semula.
- Yield, yaitu jumlah produk tertentu yang terbentuk untuk setiap satuan reaktan yang terkonsumsi.
- Kemudahan diregenerasi, yaitu proses mengembalikan aktivitas dan selektivitas katalis seperti semula.

Kemampuan clay Al_2O_3 untuk mengkatalisis suatu reaksi kimia terutama berhubungan dengan sifatnya sebagai padatan asam karena adanya situs-situs



AKTIVASI CLAY Al_2O_3 SEBAGAI ADSORBEN UNTUK ADSORPSI GAS NO_2

asam, baik situs asam Bronsted maupun Lewis. Situs asam Lewis dapat diperoleh dari dehidroksilasi dua gugus hidroksil yang berdekatan dengan perlakuan panas ($T > 750$ K) (Oudujans, 1984).

Salah satu parameter penentuan baik tidaknya suatu katalis adalah selektivitas. Selektivitas bentuk dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu:

1) Selektivitas Reaktan

Selektivitas reaktan terjadi bila hanya sebagian dari reaktan yang bisa menjangkau situs aktif di dalam pori clay. Ini berarti hanya komponen-komponen yang relatif lebih kecil yang dapat masuk ke dalam pori atau, sedangkan komponen yang lebih besar tidak dapat masuk.

2) Selektivitas Produk

Selektivitas produk terjadi bila hanya produk reaksi yang berukuran tertentu yang dapat erdifusi keluar dari dalam rongga clay. Produk yang lebih besar dari ukuran pori akan tinggal dalam rongga clay sehingga dapat mendeaktivasi katalis atau dapat bereaksi lebih lanjut membentuk produk reaksi yang lebih kecil sehingga dapat keluar meninggalkan rongga clay.

3) Selektivitas Keadaan Transisi

Selektivitas keadaan transisi terjadi bila reaksi-reaksi tertentu dapat dicegah karena keadaan transisi yang dibutuhkan oleh suatu reaksi tidak dapat dicapai dalam rongga clay karena faktor sterik dan keterbatasan ruang (keadaan transisi membutuhkan ruang yang lebih besar daripada ruang yang terdapat dalam rongga clay).



AKTIVASI CLAY Al_2O_3 SEBAGAI ADSORBEN UNTUK ADSORPSI GAS NO_2

2.1.2 Gas NO_x

Polutan udara primer, yaitu yang mencakup 90% dari jumlah polutan udara seluruhnya, adalah: gas karbon monoksida (CO), Nitrogen oksida (NO_x), hidrokarbon (HC), Sulfur oksida (SO_x), dan partikel padat (PM). Sumber polusi udara berasal dari alat-alat transportasi dan gas hasil pembakaran dari mesin industri.

Nitrogen Oksida sering disebut dengan NO_x , karena oksida nitrogen mempunyai dua macam bentuk yang sifatnya berbeda, yaitu gas NO_2 dan gas NO. Sifat gas NO_2 adalah berwarna dan berbau, sedangkan gas NO tidak berwarna dan tidak berbau. Warna gas NO_2 adalah merah kecoklatan dan berbau tajam menyengat hidung. Adanya gas NO_x di atmosfer akan menimbulkan dampak yang berbahaya bagi makhluk hidup. Gas NO_x yang berada di udara bebas akan bereaksi dengan air dan oksigen membentuk asam nitrat. Perubahan NO_x menjadi asam nitrat dapat menimbulkan dampak terhadap kesehatan. Nitrat merupakan unsur yang mudah sekali terbawa air dan masuk ke saluran air, sungai, air tanah dan akhirnya dikonsumsi oleh manusia. Organ tubuh yang paling peka terhadap pencemaran NO_x adalah paru-paru dan sistem syaraf. Di samping itu nitrat yang masuk ke dalam tubuh akan diubah menjadi nitrit. Selanjutnya nitrit akan masuk ke dalam darah dan bereaksi dengan hemoglobin sehingga menghasilkan methemoglobin yang dapat merusak sistem transportasi oksigen di dalam darah.

Emisi gas NO_x ini juga dapat menyebabkan efek hujan asam. Senyawa-senyawa seperti SO_x dan NO_x yang berbentuk gas dengan bebasnya naik melewati cerobong dan terlepas ke udara bebas. Kedua gas tersebut dapat bereaksi dengan

AKTIVASI CLAY Al_2O_3 SEBAGAI ADSORBEN UNTUK ADSORPSI GAS NO_2

uap air yang ada di udara sehingga membentuk H_2SO_4 (asam sulfat) dan HNO_3 (asam nitrat). Keduanya dapat jatuh bersama-sama air hujan sehingga mengakibatkan terjadinya hujan asam.

Kadar NO_x di udara bertambah antara lain karena aktifitas atau kegiatan seperti transportasi, generator pembangkit listrik, dan pembuangan sampah.

Tabel 1. Sumber Pencemaran NO_x di udara (Susanto, 2000)

Sumber Pencemaran	% Bagian	% Total
Transportasi :		39,3
- mobil bensin	32,0	
- mobil diesel	2,9	
- pesawat terbang (diabaikan)	0,0	
- kereta api	1,9	
- kapal laut	1,0	
- sepeda motor dll	1,5	
Pembakaran Stasioner :		48,5
- batu bara	19,5	
- minyak	4,8	
- gas alam (termasuk LPG dan kerosin)	23,3	
- kayu	1,0	
Proses Industri		1,0
Pembuangan Limbah Padat		2,9

AKTIVASI CLAY Al_2O_3 SEBAGAI ADSORBEN UNTUK ADSORPSI GAS NO_2

Lain-lain :		8,3
- kebakaran hutan	5,8	
- pembakaran batubara sisa	1,0	
- pembakaran limbah pertanian	1,5	
- pembakaran lain-lain	0,0	
	100,0	100,0

Hujan asam juga dapat mengakibatkan kerusakan pada tanaman. Pengaruhnya antara lain adalah timbulnya bintik-bintik pada permukaan daun. Jika konsentrasi pencemar cukup tinggi, akan terjadi nekrosis atau kerusakan pada jaringan daun, sehingga daun tidak dapat berfungsi sempurna menjalankan proses fotosintesa dan memproduksi karbohidrat, yang berakibat lebih lanjut pada kerusakan hutan dan pengikisan lapisan tanah yang subur. Hal ini merupakan awal terjadinya ketandusan lingkungan yang dapat menurunkan daya dukung alam terhadap kelangsungan hidup manusia.

Berbagai proses katalitis *after-treatment* telah diusulkan untuk menipiskan emisi NO_x dalam pembuangan gas, contohnya gas-gas yang berisi oksigen eksek. Teknik yang paling berpeluang adalah *selective catalytic reduction* (SCR) menggunakan bahan reduksi yang mengandung N seperti amoniak atau urea.

Permasalahan yang utama dalam teknik adsorber NO_x adalah kepekaannya untuk meracuni melalui oksida belerang. Ini berkaitan dengan stabilitas panasnya yang jauh lebih tinggi dari sulfat dibandingkan dengan nitrat. Sebagai konsekuensinya, usaha yang cukup telah diarahkan untuk menemukan NO_x



AKTIVASI CLAY Al_2O_3 SEBAGAI ADSORBEN UNTUK ADSORPSI GAS NO_2

storage dan reduction (NSR) katalisator yang lebih baik. Katalis *NO_x storage dan reduction* (NSR) memanfaatkan penambahan basic oxide (seperti barium oxide) pada katalisator *classical three-way*, hal itu menyediakan keadaan yang memungkinkan untuk penyimpanan NO_x dalam wujud nitrat sepanjang operasi normal.

NO_x di dalam corong asap terdiri dari lebih dari 90% NO. Oleh karena itu, untuk mencapai penyimpanan NO, harus sebelumnya dioksidasi dulu menjadi NO_2 . Karenanya, suatu material penyimpanan ideal perlu memiliki kemampuan untuk mengoksidasi NO menjadi NO_2 dan menyimpan NO_2 yang terbentuk.

2.1.3 Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses perpindahan massa zat dari fluida ke permukaan aktif padatan. Padatan yang digunakan untuk proses adsorpsi harus memiliki sifat-sifat spesifik, yaitu mempunyai luas permukaan yang besar dan sifat kristalinitas yang tinggi. Proses perpindahan massa ini terjadi melalui permukaan batas antara fasa. Adsorpsi secara umum dapat dibagi menjadi dua, yaitu:

A. *Physical adsorption* atau Van der Waals adsorption.

Adsorpsi ini terjadi karena gaya tarik menarik antara molekul benda padat dengan zat yang teradsorpsi. Pada adsorpsi fisika ini sifatnya dapat balik dan panas yang menyertai relatif kecil.

B. *Chemisorption* atau *activated adsorption*.

Adsorpsi ini disebabkan oleh adanya pembentukan ikatan-ikatan baru dan merupakan hasil interaksi kimia antara padatan dengan zat yang



AKTIVASI CLAY Al_2O_3 SEBAGAI ADSORBEN UNTUK ADSORPSI GAS NO_2

teradsorpsi. Pada adsorpsi kimia mempunyai sifat tidak dapat balik dan panas yang menyertai relatif besar setingkat dengan tenaga reaksi kimia. Adsorpsi ini terjadi pada suhu tinggi sebab pada suhu yang tinggi akan tersedia energi aktivasi yang dapat membentuk atau memutuskan ikatan-ikatan kimia.

Adsorpsi telah banyak dikenal sebagai proses pemisahan suatu polutan dari suatu aliran cairan. Jenis polutan yang banyak dipisahkan antara lain: logam berat (Chromium, Cobalt, Timbal, Cadmium, Besi, Tembaga, Seng, dan lain-lain), zat warna (*dye*) dari industri tekstil, limbah radioaktif, dan limbah organik. Sedangkan material padatan yang sering digunakan untuk proses adsorpsi diantaranya adalah: karbon aktif, silika, alumina, dan zeolit.

2.1.4 Adsorpsi Gas NO_x

Salah satu usaha untuk dapat mengurangi emisi gas NO_x dari PLTU adalah dengan melakukan proses adsorpsi gas NO_x yang keluar dari hasil pembakaran dengan menggunakan adsorben atau dikenal dengan *NO_x storage*. Bahan yang dapat digunakan untuk keperluan tersebut adalah clay Al_2O_3 teraktivasi.

Modifikasi clay Al_2O_3 sebagai adsorben merupakan contoh pemanfaatan efektif untuk mengurangi emisi gas NO_x . Keuntungan adsorben berbahan baku clay adalah banyak terdapat di alam. Clay Al_2O_3 juga memiliki potensi sebagai adsorben untuk menyisihkan NO_x dari aliran gas buang. Emisi NO_x diserap oleh karbon tidak terbakar yang terdapat di dalam clay Al_2O_3 . Partikel karbon tersebut

AKTIVASI CLAY Al_2O_3 SEBAGAI ADSORBEN UNTUK ADSORPSI GAS NO_2

dapat juga diaktivasi untuk meningkatkan kinerja penyerapan NO_x .

2.2 Karakteristik Bahan

2.2.1 Clay

- Warna : Kuning kecoklatan
- Kelarutan : Tak larut dalam air

2.2.2 Aquadest

- Warna : bening (tak berwarna)
- Densitas : 1 gr/ml

2.2.3 Asam Sulfat

- *Sifat Fisis Asam Sulfat*

- Kenampakan : cairan
- Rumus Molekul :
- Berat Molekul : 98,08 kg/kmol

- *Sifat Kimiawi Asam Sulfat*

- Titik Didih : 290 °C
- Specific Gravity : 1,87 gr/cm³
- Vapor Density : 3,4



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bahan-bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Aquadest
- b. Clay Al_2O_3
- c.
- d. Metylen Blue
- e. Gas NO_2
- f. Piridin

3.2 Alat-alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Screen 200 mesh
2. Pengaduk magnetic
3. Penangas air
4. Labu leher tiga
5. Pendingin balik
6. Static dan klem
7. Pipet ukur
8. Pipet tetes
9. Propipet
10. Erlenmeyer
11. Labu ukur
12. Buret
13. Laboratory botol

AKTIVASI CLAY Al_2O_3 SEBAGAI ADSORBEN UNTUK ADSORPSI GAS NO_2

14. Corong pisah
15. Corong biasa
16. Krus porselen
17. Termometer
18. Kertas saring biasa
19. Kertas saring whatman 42
20. Kertas pH
21. Reaktor kolom *fixed bed* diameter 20 mm

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Aktivasi Katalis Clay Al_2O_3

- a. Mengencerkan 5.56 ml dengan 500 ml aquadest.
- b. Mengambil 300 ml larutan yang telah diencerkan.
- c. Menimbang 100 gr Al_2O_3 .
- d. Memasukkan 100 gr Al_2O_3 dan 300 ml ke dalam labu leher tiga.
- e. Merefluks campuran diatas selama 4 jam dengan suhu $90^{\circ}C$.
- f. Menyaring larutan yang telah direfluks sampai netral (pH 7) dengan meneteskan aquadest secara kontinyu.
- g. Setelah netral, menimbang katalis Al_2O_3 dan mengovenya 24 jam.
- h. Menimbang katalis yang telah di oven.

3.3.2 Uji Keasaman Padatan

- a. Mengambil 0,5 gram sampel clay yang belum diaktivasi dan clay yang telah diaktivasi.
- b. Mengovenya pada suhu $100^{\circ}C$ selama 3 jam.



AKTIVASI CLAY Al_2O_3 SEBAGAI ADSORBEN UNTUK ADSORPSI GAS NO_2

- c. Mengambil masing-masing sampel diatas 0.05 gram untuk di FTIR
- d. Memasukkan sisa sampel ke dalam eksikator dan menambahkan piridin selama 24 jam.
- e. Mengeluarkan sampel, mendinginkannya selama 3 jam kemudian uji FTIR.

3.3.3 Analisa Kapasitas Pertukaran Kation

- a. Mengambil 0.5 gr sampel clay Al_2O_3
- b. Memanaskan di oven, dengan temperatur $100^{\circ}C$ selama 1 jam
- c. Mencampur dengan 50 ml larutan Methylene Blue (MB) $1,54 \cdot 10^{-3} M$ 100 kali pengenceran
- d. Mengaduknya selama 3 jam
- e. Menyaring larutan, kemudian mengukur filtratnya dengan alat UV-Visible Spektrofotometer.

3.3.4 Uji Aktifitas Material untuk Adsorpsi Gas NO_2

- a. Mengambil clay Al_2O_3
- b. Membentuk menjadi pellet dan menempatkannya pada kolom fixed bed yang berdiameter 20 mm
- c. Mengaliri gas NO_2 pada kolom dengan kecepatan 4 ml/detik sambil mengalirkan gas O_2 sebagai gas pendorong
- d. Selama selang waktu tertentu dilakukan pengamatan terhadap kadar NO_2 yang terserap



AKTIVASI CLAY Al_2O_3 SEBAGAI ADSORBEN UNTUK ADSORPSI GAS NO_2

- e. Kadar NO_2 diketahui dengan menganalisa gas NO_2 yang terserap pada larutan penjerap dengan analisa FTIR





BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Uji Aktifitas Katalis

Pada umumnya katalis yang bersifat asam sangat baik jika digunakan sebagai katalis perengkah atau konversi. Proses pengasaman melalui metode pertukaran ion relatif sangat baik untuk menempatkan posisi ion H^+ untuk menggantikan posisi kation.

Perlakuan asam dan hidrotermal serta pengembunan logam kromium meningkatkan keasaman katalis. Keasaman katalis yang dimaksud adalah jumlah total dari situs asam Bronsted dan asam Lewis yang terdapat dalam katalis clay Al_2O_3 setelah mengalami beberapa perlakuan. Luas permukaan menggambarkan permukaan aktif yang dapat kontak dengan reaktan sehingga berfungsi sebagai *jembatan* dalam proses reaksi. Semakin besar permukaan aktif dari suatu katalis diharapkan aktivitas katalis akan semakin baik. Secara signifikan luas permukaan clay Al_2O_3 akan meningkat dengan modifikasi zeolit alam melalui proses pengasaman, hidrotermal, kalsinasi, oksidasi, impregnasi logam kromium dan reduksi (Setyawan D., 2003).

Perlakuan asam dan hidrotermal mampu meningkatkan luas permukaan katalis. Perlakuan asam menyebabkan terbukanya pori dari clay karena tertutupi oleh pengotor organik, sehingga luas permukaan akan semakin meningkat.

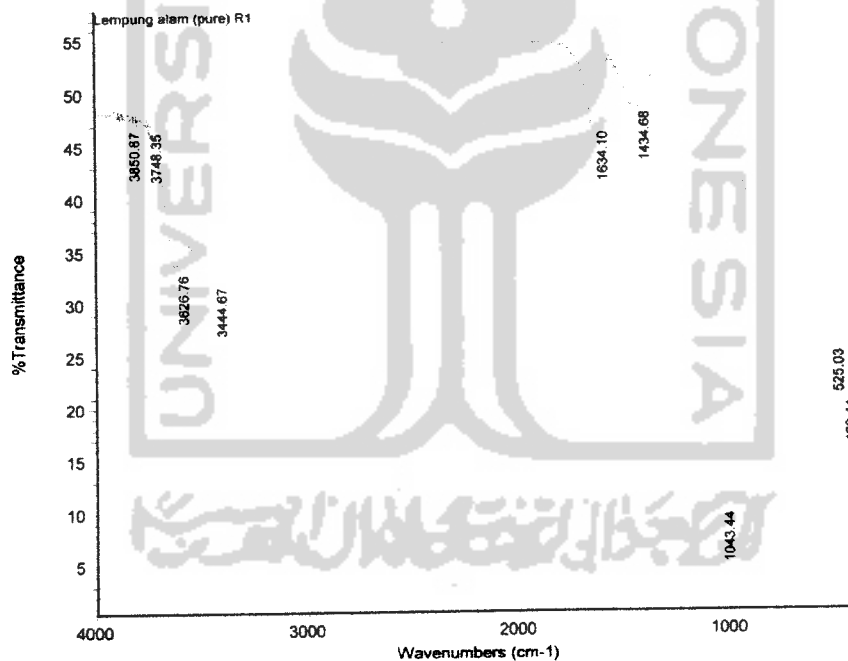
Dari hasil analisa *Surface Area Analyzer* diperoleh data sebagai berikut:

AKTIVASI CLAY Al_2O_3 SEBAGAI ADSORBEN UNTUK ADSORPSI GAS NO_2

	Surface Area (m^2)	Specific Surface Area (m^2/gr)
Clay sebelum direfluks	9,5262	24,9051
Clay sesudah direfluks	20,0751	31,8653

4.2 Hasil Analisis *Fourier Transform Infra Red (FTIR)*

Analisa Spektrofotometer Infra Merah dilakukan pada bilangan gelombang 4000 – 400 cm^{-1} . Spektra infra merah dari zeolit tercantum pada gambar berikut :



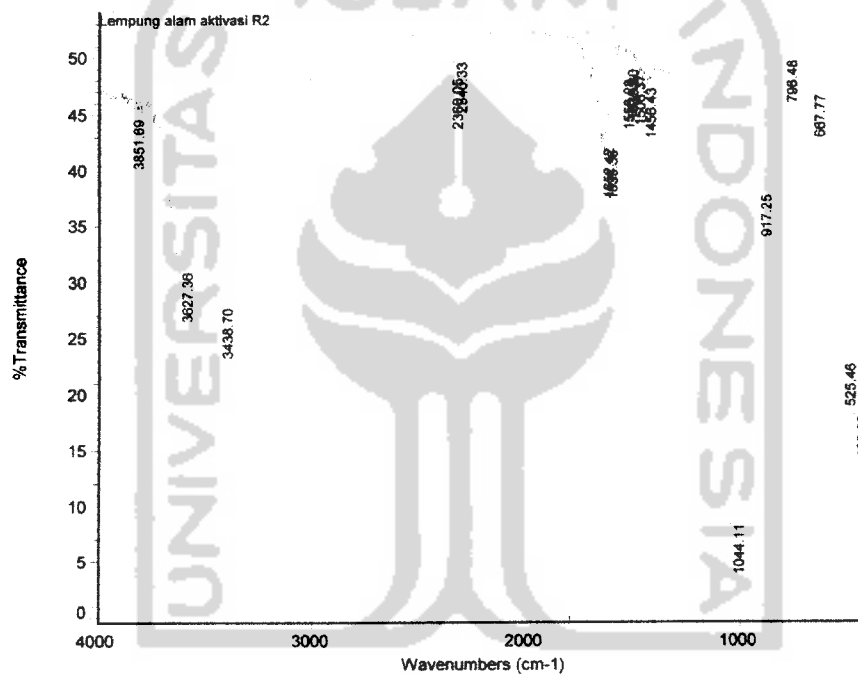
Gambar 1. Hasil FTIR clay / lempung alam

Dari gambar tersebut memperlihatkan adanya pita-pita serapan yang muncul pada daerah 3850,87 cm^{-1} , 3444,67 cm^{-1} , 1634,10 cm^{-1} , 1434,68 cm^{-1} , 1043,44 cm^{-1} , 525,03 cm^{-1} dan 469,44 cm^{-1} . Pita serapan yang muncul pada daerah 3850,87 cm^{-1} merupakan vibrasi OH rentangan, sedangkan pita serapan

AKTIVASI CLAY Al_2O_3 SEBAGAI ADSORBEN UNTUK ADSORPSI GAS NO_2

yang muncul pada daerah $3444,67\text{ cm}^{-1}$ merupakan vibrasi OH tekukan, hal ini menunjukkan adanya ikatan hydrogen dalam molekul H_2O yang ada dalam abu layang. Untuk serapan $1043,44\text{ cm}^{-1}$ terjadi vibrasi rentangan asimetri Si-O atau Al-O dalam SiO_4 atau AlO_4 tetrahedral ($1250\text{ cm}^{-1} - 950\text{ cm}^{-1}$).

Sedangkan spektra inframerah untuk zeolit yang telah direfluks ditunjukkan oleh gambar berikut :



Gambar 2. Spektra inframerah produk clay Al_2O_3 setelah direfluks dengan larutan H_2SO_4 2M suhu $90\text{ }^\circ\text{C}$

Pada spektra inframerah produk clay yang telah direfluks, mengalami pergeseran dibandingkan dengan spectra inframerah zeolit dengan ditemukannya daerah serapan $469,98\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan bahwa produk tersebut telah mengalami pembukaan pori sehingga produk tersebut lebih efektif adsorpsinya dalam menurunkan kesadahan air.

AKTIVASI CLAY Al₂O₃ SEBAGAI ADSORBEN UNTUK ADSORPSI GAS NO₂

Pita adsorben pada bilangan gelombang 980-1320 cm⁻¹ menunjukkan adanya atom Al tersubstitusi dalam bentuk tetrahedral dari *framework* silica. Pada 440 cm⁻¹ merupakan mode bending Si(Al)-O dan 380 – 403 cm⁻¹ merupakan pembukaan pori (mimura, 2001). Dari gambar tersebut terjadi pergeseran dan pembentukan pita serapan baru yaitu dari 3444,67 cm⁻¹ menjadi 3438,70 cm⁻¹, 1634,10 cm⁻¹ menjadi 1635,38 cm⁻¹, 525,03 cm⁻¹ menjadi 525,46 cm⁻¹, serta pembentukan pita pada 917,25 cm⁻¹.

4.3 Hasil Analisa *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) pada Zeolit Setelah Adsorpsi Gas NO_x

Pengukuran dengan FTIR dari material adsorbent yang telah diujikan untuk adsorpsi gas NO_x dapat diketahui dari puncak-puncak gelombang sebagai berikut:

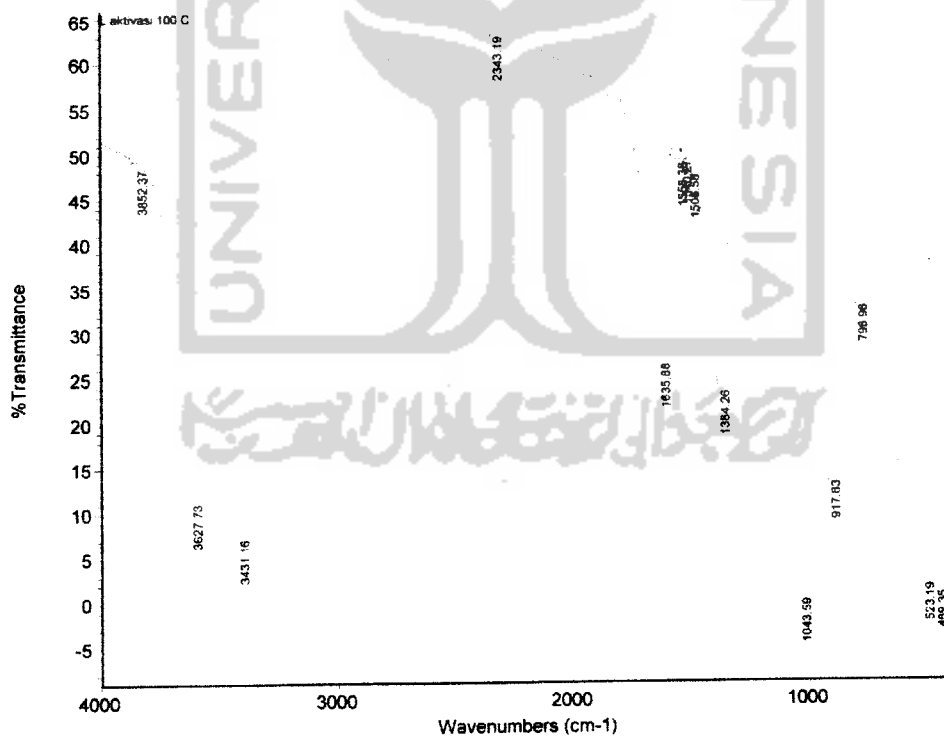
Tabel 2. Gambaran Umum Spektra IR pada adsorbent

Wavenumber (cm ⁻¹)	Keterangan Gugus
1555; 1250	Nitrat, monodentate, degenerate asymmetric stretch
1545; 1295	Nitrat, bidentate, degenerate asymmetric stretch
1215	Nitrit, bridged
1395	Nitro, asymmetric stretch
1310	Nitro, symmetric stretch
1460	Carbonate, monodentate, asymmetric stretch
1320	Carbonate, monodentate, symmetric stretch

AKTIVASI CLAY Al_2O_3 SEBAGAI ADSORBEN UNTUK ADSORPSI GAS NO_2

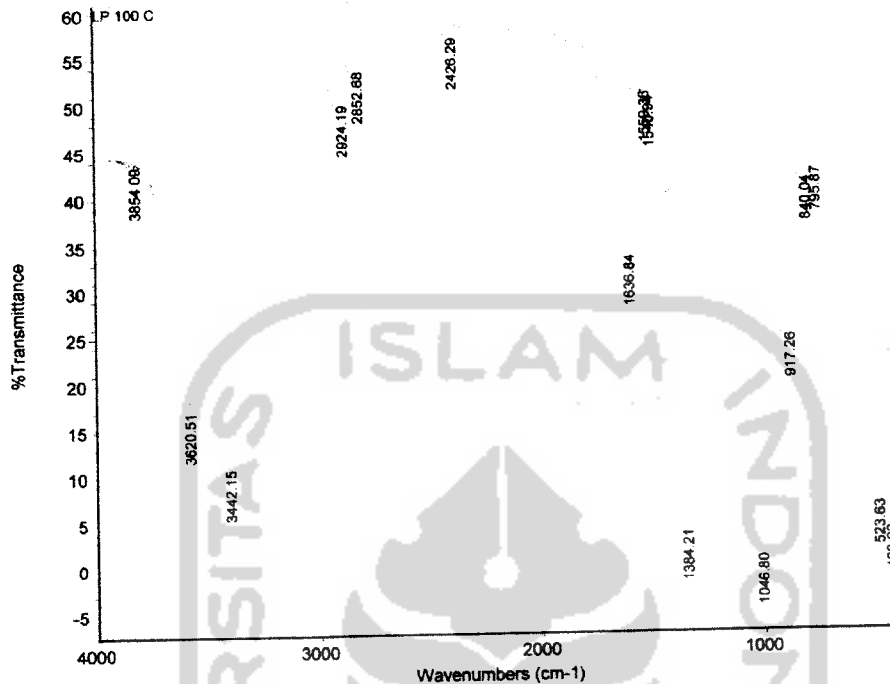
1575	Carbonate, bidentate, C=O stretch
1245	Carbonate, bidentate, asymmetric stretch
1620	Carbonate, bridged, C=O stretch
1280	Carbonate, bridged, asymmetric stretch
1635	Carboxilate, asymmetric stretch
1410	Carboxilate, symmetric stretch
2230	Isocyanate, degenerate stretch

Hasil analisa *clay* yang telah dimpregnasi setelah diujikan untuk mengadsorpsi gas NO_x ditunjukkan pada gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Hasil FTIR Clay Aktivasi setelah adsorpsi NO_x ($100^{\circ}C$)

AKTIVASI CLAY Al_2O_3 SEBAGAI ADSORBEN UNTUK ADSORPSI GAS NO_2



Gambar 4. Hasil FTIR Clay (tanpa aktivasi) setelah adsorpsi NO_x ($100^{\circ}C$)

Gambar 3. Memperlihatkan adanya pita-pita serapan yang muncul pada daerah range antara $1635,88 \text{ cm}^{-1}$ – $1384,26 \text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan adanya daerah serapan Nitrat. Hal tersebut menunjukkan adanya penyerapan gas NO_x oleh material adsorbent yang diujikan. Untuk perbandingannya, pada gambar 4 yaitu spectra infra merah dari material adsorbent yang belum di aktivasi. Gambar 4 menunjukkan bahwa pada daerah range $1636,84 \text{ cm}^{-1}$ – $1384,21 \text{ cm}^{-1}$ masih banyak terdapat vibrasi yang menunjukkan adanya pori yang terbuka.

4.4 Hasil Analisa dengan *UV-Visible Spectrofotometer*

Analisa larutan penjerap gas NO_x dengan menggunakan *UV-Visible Spectrofotometer* menunjukkan semakin lama waktu penyerapan gas NO_x dengan

AKTIVASI CLAY Al_2O_3 SEBAGAI ADSORBEN UNTUK ADSORPSI GAS NO_2

material adsorbent, yaitu pada variasi waktu paling lama (30 menit) memberikan hasil konsentrasi Gas NO_x yang terjerap dalam larutan penjerap semakin rendah. Dengan variasi waktu yang semakin lama, juga menyebabkan efektifitas adsorbent dalam mengadsorpsi gas NO_x semakin menurun, yaitu ditunjukkan dengan nilai absorbansi yang semakin rendah.

Tabel 3. Hasil analisa larutan penjerap dengan *UV-Visible Spectrofotometer* pada clay pure (tanpa aktivasi) $100^\circ C$.

Waktu pengujian (menit ke-)	Absorbansi (543,5)	Konsetrasi (%)
0	0,959	0,619
5	0,927	0,518
10	0,863	0,554
15	0,666	0,422
30	0,932	0,601

Tabel 4. Hasil analisa larutan penjerap dengan *UV-Visible Spectrofotometer* pada zeolit aktivasi $100^\circ C$.

Waktu pengujian (menit ke-)	Absorbansi (543,5)	Konsetrasi (%)
0	0,050	0,004
5	1,073	0,695
10	1,183	0,770
15	1,272	0,804
30	1,164	0,757



AKTIVASI CLAY Al_2O_3 SEBAGAI ADSORBEN UNTUK ADSORPSI GAS NO_2

Dengan membandingkan antara table 3 dan 4, dapat diketahui bahwa clay Al_2O_3 aktivasi lebih banyak menyerap gas Nox dari pada clay pure (tanpa aktivasi).





BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Dekomposisi pada clay Al_2O_3 dengan cara reflux dapat mengurangi senyawa pengotor sehingga meningkatkan luas permukaan.
2. Aktivitas dan selektivitas katalis dipengaruhi oleh keasaman, luas permukaan dan pori katalis.
3. Clay Al_2O_3 aktivasi lebih banyak menyerap gas NO_x daripada clay / lempung alam tanpa aktivasi.
4. Struktur clay Al_2O_3 yang berpori dengan molekul air didalamnya, melalui pemanasan menyebabkan molekul air mudah lepas sehingga menjadikan clay Al_2O_3 spesifik sebagai adsorben, molecular sieving, penukar ion dan katalisator.

5.2 Saran

Perlu diteliti lebih lanjut keefektifan clay Al_2O_3 sebagai adsorben dibandingkan dengan adsorben yang laen.



AKTIVASI CLAY Al_2O_3 SEBAGAI ADSORBEN UNTUK ADSORPSI GAS NO_2

DAFTAR PUSTAKA

1. Green, D., and Perry, Robert, "*Perry's Chemical Engineers Handbook*",
Mc Graw Hill.
2. <http://www.beritaiptek.com>
3. <http://www.iptek.net.id>
4. <http://www.wikipedia.com>
5. <http://www.chem-is-try.com>
6. Pereira, P.R., Pires, J., and Brotas de Carvalho, M., 2001, *Adsorption of methane and ethane in zirconium oxide pillared clays*, Separation and Purification Technology, 21, 237–246.
7. Saputra, Rodhie., "*Pemanfaatan Zeolit Sintetis Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Industri*".
8. Queen of Sheeba's Weblog, "*Zeolit*", 18 Juli 2008.