

BAB II

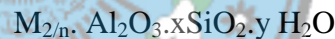
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Zeolit

2.1.1 Pengertian Zeolit

Zeolit adalah polimer anorganik unit kerangka tetrahedral AlO_4 dan SiO_4 yang mempunyai struktur berongga dari *Natrium silikat* dan berkemampuan untuk proses penukar ion, adsorpsi logam berat seperti Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, katalis, dan mudah dimodifikasi (Suharto, 2011).

Rumus zeolit



Dengan M = kation alkali penetral,

N = valensi logam alkali,

X = bilangan tertentu dari 2 sampai dengan 10

Y = bilangan tertentu dari 2 sampai 7.

2.1.2. Struktur Zeolit

Menurut Hasibuan (2012) Secara umum karakteristik struktur zeolit adalah sebagai berikut :

- a. Sangat berpori, karena kristal zeolit merupakan kerangka yang terbentuk dari jaring tetrahedral SiO_4 dan AlO_4 .

- b. Pori-pori nya berukuran Molekul, karena pori Zeolit terbentuk dari tumpukan cincin beranggotakan 6, 8, 10, atau 12 tetrahedral.
- c. Dapat menukarkan kation, karena perbedaan muatan Al^{3+} dan Si^{4+} menjadikan atom Al dapat kerangka kristal bermuatan negatif dan membutuhkn kation penetral. Kation penetral yang bukan menjadi bagian ini mudah diganti dengan kation lainnya.

Mudah dimodifikasi karena setiap tetrahedral dapat dikontakkan dengan bahan-bahan pemodifikasi.

2.1.3. Macam-Macam Zeolit

Menurut Hartini (2011) Zeolit ada beberapa macam diantaranya yaitu :

a. Zeolit Alam

Secara alami zeolit dihasilkan dari proses hidrotermal pada batuan beku basa. Zeolit alam terbentuk karena adanya perubahan alam (zeolitisasi) dari bahan vulkanik dan dapat digunakan secara langsung untuk berbagai keperluan. Selain itu zeolit juga merupakan endapan dari aktivitas vulkanik yang banyak mengandung silika. Komposisi kimia zeolit bergantung pada komposisi hidrotermal lingkungan lokal, seperti suhu, tekanan, uap air setempat dan komposisi air tanah lokasi kejadiannya. Contoh zeolit alam adalah *clinoptilolite*, *chabazite*, *philipsite*, *erionite*, *analcime* dan *ferrierite*.

b. Zeolit sintetis

Zeolit mempunyai sifat yang unik sehingga banyak yang melakukan pembuatan sintetis zeolit sesuai kebutuhan dengan memodifikasi komposisi aluminium dan silika dalam zeolit menggunakan proses kimia tertentu. Zeolit sintesis memiliki kemurnian yang lebih tinggi dibandingkan zeolit alam dan memiliki rasio Si/Al yang dapat disusun sesuai kebutuhan.

Menurut Saputra, 2006, Zeolit sintetis sangat bergantung pada jumlah Al dan Si, sehingga ada 3 kelompok zeolit sintetis:

1) Zeolit sintetis dengan kadar Si rendah

Zeolit jenis ini banyak mengandung Al, berpori, mempunyai nilai ekonomi tinggi karena efektif untuk pemisahan dengan kapasitas besar. Volume porinya dapat mencapai $0,5 \text{ cm}^3$ tiap cm^3 volume zeolit.

2) Zeolit sintetis dengan kadar Si sedang

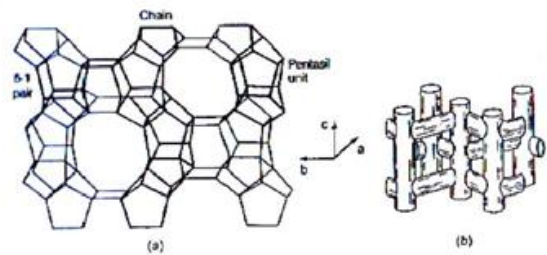
Jenis zeolit modern mempunyai perbandingan Si/Al = 5 sangat stabil, maka diusahakan membuat zeolit Y dengan perbandingan Si/Al = 1-3. Contoh zeolit sintetis jenis ini adalah zeolit omega.

3) Zeolit sintetis dengan kadar Si tinggi

Zeolit jenis ini sangat higroskopis dan menyerap molekul non polar sehingga baik untuk digunakan sebagai katalisator asam untuk hidrokarbon. Zeolit jenis ini misalnya zeolit ZSM-5, ZSM-11, ZSM-21, ZSM-24

2.2. Zeolit ZSM-5

ZSM-5 (*Zeolite Socony Mobile -5*) diproduksi pertama kali pada tahun 1972 dengan hasil berupa padatan dengan diameter pori sekitar 5 Angstrom dan perbandingan Si/Al sebagai parameter kristal zeolit yang selalu di atas 5. ZSM-5 merupakan mineral aluminosilikat zeolit yang mempunyai rumus kimia $\text{Na}_n\text{Al}_n\text{Si}_{96-n}\text{O}_{192} \cdot 16 \text{H}_2\text{O}$, dan terdiri dari beberapa unit pentasil yang membentuk rantai pentasil dengan dihubungkan oleh oksigen. ZSM-5 adalah zeolit yang mempunyai pori sedang dengan unit sel orthombik, yang ditentukan dari jumlah ring yang membentuk selektifitasnya. Selektifitas ZSM-5 penting pada reaksi hidrogenasi dan aromatis minyak, pemecahan parafin juga pada perubahan olefin. ZSM-5 mempunyai pori sekitar $5,1 \times 5,5 \text{ \AA}$ dan $5,4 \times 5,6 \text{ \AA}$ (Ulinuha dkk, 2015).



Gambar 2.1 Kerangka dan struktur channel ZSM-5 (Ulinuha dkk, 2015)

2.3. Sintesis Membran Zeolit ZSM-5

Beberapa studi melaporkan bahwa struktur fisik dan susunan kimia penyangga (*support*) sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan membran zeolit (Gao dkk., 2011). Pemilihan penyangga sangat penting dengan mempertimbangkan harga, konduktivitas termal, kualitas anti korosi, dan kekuatan mekanik. Bahan kasa *stainless steel* sangat dipromosikan sebagai penyangga untuk membran mikropori (Holmbergh, 2008), karena *stainless steel* merupakan logam paduan dari beberapa unsur logam dengan jumlah tertentu, memiliki sifat tahan korosi, kuat dan tahan terhadap reaksi oksidasi, serta merupakan bahan yang ramah lingkungan.

2.3.1. Sintesis Membran Zeolit ZSM-5 secara *coating*

Sintesis membran zeolit ZSM-5 pada suhu rendah (90° C) dapat dilakukan secara *coating*. Larutan prekursor zeolit ZSM-5 merupakan campuran beberapa bahan dengan rasio mol $\text{Si/Al} = 100$; $\text{H}_2\text{O/SiO}_2 = 7,79$; $\text{NaOH/Si} = 0,035$ dan $\text{TPABr/SiO}_2 = 0,066$. Kasa *stainless-steel* dengan ukuran tertentu dibenamkan di dalam larutan prekursor yang

berada di dalam reaktor polipropilen, kemudian reaktor tersebut dipanaskan di dalam oven pada suhu 90°C selama beberapa hari. Produk membran ZSM-5 yang dihasilkan dicuci dengan air dan dikeringkan pada 60°C dan dikalnasi pada suhu 550°C di dalam muffle furnace (Tatlier dan Elnekave, 2005)

2.4. Perlakuan Kasa *Stainless-steel*

Beberapa perlakuan terhadap *Stainless-steel* sebelum digunakan sebagai penyangga:

- I. Perendaman dalam larutan HNO_3 1% pada suhu 60°C selama 4 jam, kemudian dicuci dengan acetone selama 1 jam, dan disimpan pada suhu 100°C (Lopes dkk., 2005).
- II. Perendaman toluene 95% selama 2 jam untuk menghilangkan zat organik, kemudian direndam dalam larutan HCl 15% selama 20 menit untuk menghilangkan zat anorganik, dan selanjutnya dicuci dengan akuades dengan bantuan ultrasonic cleaner (Louis dkk., 2001)
- III. Perendaman dalam NaOH 15% untuk menghilangkan minyak/ zat organik, kemudian direndam pada larutan HCl 15% untuk menghilangkan zat anorganik, kemudian dicuci dengan akuades dengan bantuan ultrasonic cleaner selama 20 menit, dielektro-oksidasi dengan H_2SO_4 20% dengan voltase konstan 3-5 V; dan kuat arus 0,01 A, kemudian dikeringkan pada suhu 110°C selama 1 jam (Gao dkk., 2011)

- IV. Perendaman dalam toluene 95% selama 12 jam, kemudian dicuci dengan akuades, kemudian direndam dalam larutan HCl 5% selama 6 jam, dan dicuci dengan akuades. Selanjutnya direndam dalam larutan TPABr 0,1 M selama 12 jam, dikeringkan pada suhu 80°C di dalam oven selama 12 jam, dan disimpan di tempat kering (Kong dkk, 2006).



Gambar 2.2 Sintesis membran zeolit ZSM-5 secara coating (Gao dkk, 2011).

2.5. Gas Karbon Monoksida

2.5.1. Pengertian Gas Karbon Monoksida

Karbon monoksida (CO) adalah gas yang tidak berwarna, tidak berbau, tidak mempunyai rasa, titik didih -192°C , dan tidak larut dalam air (Mukono, 1997).

2.5.2. Sumber CO

Sumber gas CO berasal dari sumber alami dan sumber tidak alami (antropogin). Sumber alami gas CO antara lain dari letusan gunung berapi. Sumber antropogin gas CO seluruhnya berasal dari pembakaran bahan organik. Pembakaran bahan organik ini untuk mendapatkan energi kalor yang kemudian digunakan untuk berbagai keperluan, antara lain:

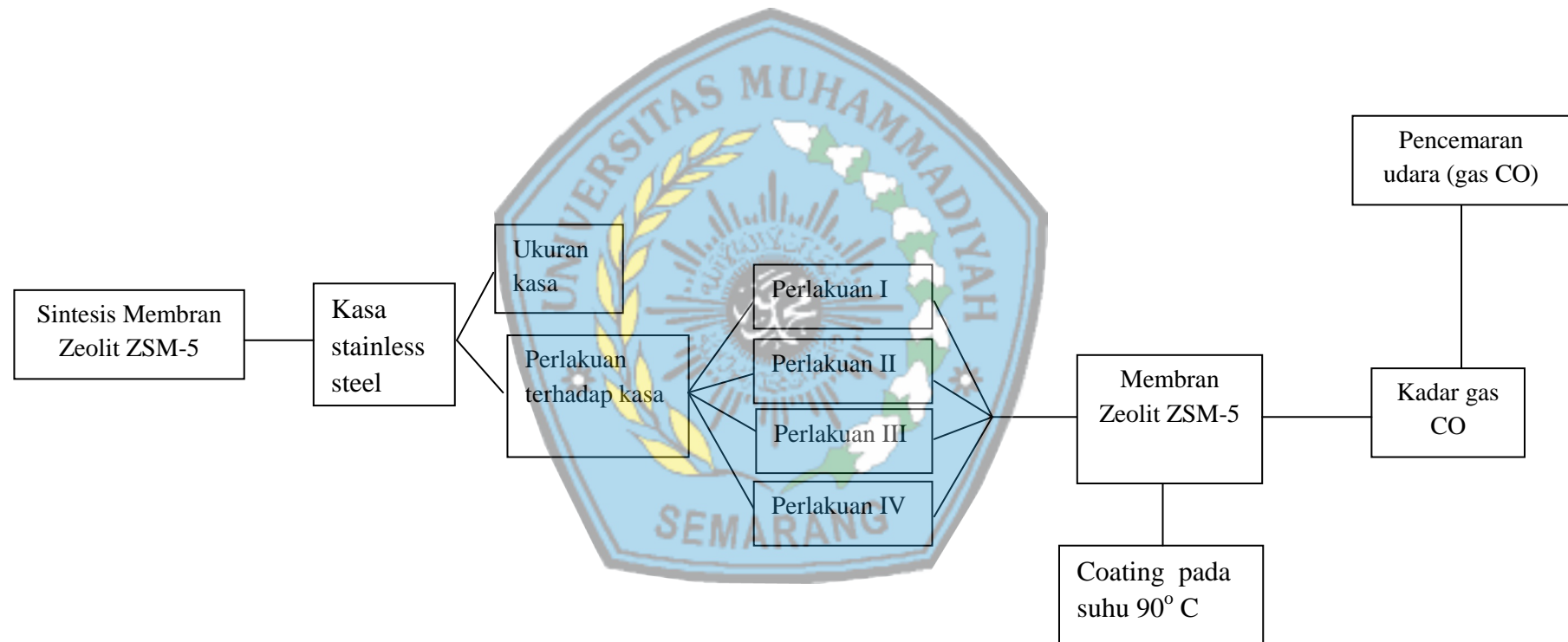
transportasi, pembakaran batu bara, dll. Sumber antropogen gas CO di udara yang terbesar dihasilkan dari kegiatan transportasi kendaraan bermotor berbahan bakar bensin yaitu sekitar 70 % (Mukono, 1997).

2.5.3. Dampak CO Terhadap Kesehatan

Standar yang diizinkan kualitas udara untuk melindungi kesehatan masyarakat ialah 9 ppm selama 8 jam. Gas CO sangat beracun meskipun dihirup dalam jumlah kecil, dan menyebabkan kontraksi jantung manusia, mengurangi jumlah darah yang dipompa ke seluruh bagian tubuh manusia sehingga mengurangi jumlah oksigen yang ditransfer ke otot dan berbagai organ manusia (Suharto, 2011).

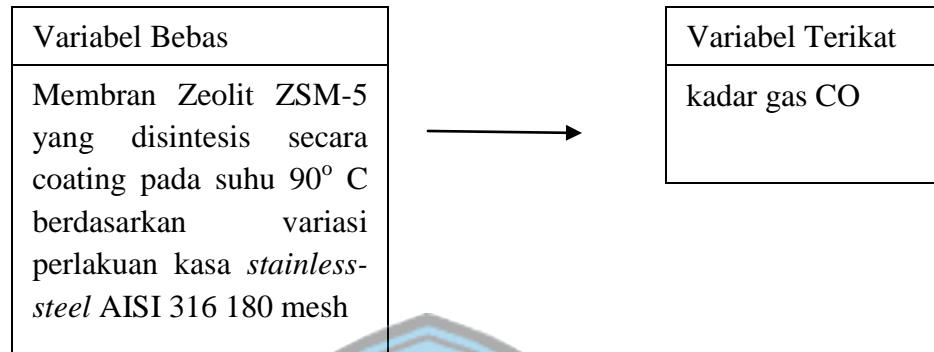


2.6 Kerangka Teori



Gambar 2.3 Kerangka Teori

2.6. Kerangka Konsep



Gambar 2.4 Kerangka Konsep

2.7. Hipotesa

Ha = ada pengaruh variasi perlakuan *stainless steel* AISI 316 180 mesh dengan sintesis membran zeolit ZSM-5 secara *coating* pada suhu 90°C terhadap penurunan kadar gas CO.