

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kebutuhan energi diseluruh dunia terus meningkat, termasuk Indonesia. Sebagai Negara yang memiliki sumber batubara yang cukup banyak maka Indonesia akan meningkatkan penggunaan batubara sebagai sumber energi. Hal ini dituliskan dalam Undang-Undang No. 20 tahun 2002 tentang ketenagalistrikan dengan salah satu isinya adalah kebijakan penambahan pembangkit listrik baru berbahan bakar batubara berdaya total 10.000 MW. Namun demikian disisi lain penggunaan batubara ini menimbulkan masalah lingkungan. Salah satunya adalah dihasilkannya limbah padat abu dalam jumlah besar. Di PLTU Paiton salah satunya dihasilkan tidak kurang dari 50 ton abu batubara dihasilkan setiap harinya (PJB Paiton). Data menunjukkan bahwa di Indonesia jumlah abu batubara yang dihasilkan perhari dapat mencapai 500-1000 ton (Damayanti, 2003)

Limbah padat abu hasil pembakaran batubara ini 95 % tertinggal dengan komposisi 20 % berupa abu dasar dan slag, serta 75 % berupa abu layang (Susiati, 2006). Biasanya, abu tersebut ditampung pada landfill sehingga menimbulkan debu yang membahayakan lingkungan dan kesehatan karena dengan adanya kandungan arsenik, kandungan kromium dan timbal (Chou dkk., 2008). Limbah abu hasil pembakaran batubara PLTU ini dikategorikan sebagai limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) berdasarkan peraturan pemerintah No. 18 tahun 1999. Karena berbahaya dan terbatasnya landfill yang tersedia serta tingginya biaya pembuatan landfill baru, maka perlu dicari upaya untuk memanfaatkan limbah padat tersebut.

Beberapa pemanfaatan limbah abu yang telah dilakukan adalah untuk pelapis dasar jalan raya, pengisi untuk bahan tambang dan galian, serta material bahan bangunan. Upaya untuk meningkatkan nilai tambah produk hasil pemanfaatan limbah ini, salah satunya adalah mengubah abu menjadi zeolit.

Zeolit mempunyai muatan parsial negatif, keseragaman ukuran pori dan luas permukaan yang besar sehingga dapat dimanfaatkan sebagai adsorben, penyaring molekul, katalis, *detergen builder*, dan lain-lain.

Penelitian untuk mengubah limbah abu menjadi zeolit telah dilakukan, terutama dari jenis abu layang. Berbagai jenis zeolit telah di sintesis, diantaranya zeolit faujasite (Mondragon dkk., 1990), zeolit P dan Hidroksi-Sodalit (Berkgaut dan Singer, 1996), zeolit Na-A (Querol dkk., 1996), dan zeolit NaP1 (Hollman dkk., 1999). Alasan yang mendasari hal ini adalah karena kandungan  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  yang tinggi pada abu layang (50-75 %) dibandingkan pada abu dasar (30-50 %). Dua jenis mineral tersebut mempunyai komponen dasar untuk pembuatan zeolit. Sementara itu, pemanfaatan abu dasar sebagai bahan dasar pembuatan zeolit belum banyak dilakukan karena rendahnya kandungan  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Selain itu tingginya kandungan karbon sisa pembakaran batubara juga menjadi penghalang yang berarti dalam pembentukan zeolit (Rayalu dkk., 2001). Namun demikian, kenyataan ini memberikan ide untuk memanfaatkan karbon tersebut untuk dapat dikombinasikan dengan zeolit menjadi bahan zeolit-karbon. Bahan ini dapat berfungsi ganda sebagai adsorben yang mampu menukarkan kation-kation dan kontaminan organik secara simultan.

Zeolit adalah material serbaguna untuk aplikasi industri dan lingkungan, umumnya digunakan sebagai adsorben, penyaring molekul dan katalis karena keseragaman ukuran pori dan luas permukaan yang besar. Zeolit memiliki muatan parsial negatif sehingga memerlukan kation-kation (misalnya  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  dan  $\text{Ca}^{2+}$ ) untuk menetralkan muatan tersebut. Dengan sifat seperti ini maka zeolit memiliki potensi dalam mengolah air dan limbah karena zeolit mampu berfungsi sebagai penukar ion. Apabila zeolit tersebut dikombinasikan dengan karbon, maka selain dapat menyerap kation maka campuran tersebut akan mampu menyerap zat-zat lain selain kation. Kombinasi zeolit karbon tersebut akan diperoleh secara langsung apabila zeolitnya dibuat dari abu dasar yang mengandung sisa karbon tinggi.

Sejauh ini, penelitian tentang pengetahuan abu dasar menjadi zeolit-karbon juga masih sedikit. Hal ini disebabkan oleh rendahnya kandungan  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dalam abu dasar. Selain itu, pada proses pembuatan zeolit dengan

metode peleburan diperlukan kondisi pada suhu tinggi (550-750 °C) yang dapat mengakibatkan hilangnya karbon. Tantangan inilah yang melatarbelakangi penelitian untuk mengubah abu dasar menjadi zeolit dan juga zeolit-karbon.

Metode paling umum untuk mengkonversi abu menjadi zeolit adalah melalui proses hidrotermal. Metode ini dilakukan dengan mencampurkan abu dengan larutan alkali (NaOH) pada kondisi suhu, tekanan dan waktu reaksi tertentu. Material zeolit yang dihasilkan berupa campuran zeolit. Umumnya produk campuran zeolit ini kurang dapat dimanfaatkan, karena kapasitas tukar kationnya yang rendah. Pena dkk. (2006) dan Whan dkk. (2006) melaporkan sintesis zeolit dari abu dasar yang menghasilkan campuran zeolit. Hasil campuran yang dilaporkan oleh Whan dkk. (2006) terdiri atas zeolit NaP1, hidroksi-sodalit dan tobernit yang dihasilkan dari bahan awal abu dasar dengan larutan NaOH pada konsentrasi 1,2,3,4, dan 5 M dan pada suhu 80, 100, 120 serta 150 °C.

Proses sintesis zeolit dari abu layang kemudian dikembangkan dengan mengenalkan tahap peleburan alkali sebelum perlakuan hidrotermal. Metode ini dikenal sebagai metode peleburan (Shigemoto dan Hayashi, 1993). Metode peleburan secara signifikan dapat meningkatkan proses zeolitisasi menghasilkan tipe zeolit faujasit dengan kristalisasi yang tinggi (Shigemoto dan Hayashi, 1993). Molina dan Poole (2004) membandingkan metode hidrotermal langsung dengan metode hidrotermal yang diawali dengan peleburan. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa sintesis zeolit dengan metode peleburan menghasilkan zeolit X yang terkrystalisasi dengan waktu lebih pendek dan memiliki kapasitas tukar kation yang lebih tinggi. Beberapa peneliti juga melaporkan keberhasilan pembuatan berbagai jenis zeolit dengan bahan dasar abu batubara melalui metode peleburan yang diikuti dengan perlakuan hidrotermal. Penelitian itu diantaranya zeolit P, A dan faujasit (Chang dan Shih, 2000), zeolit X (Ojha dkk., 2004), faujasit dan zeolit A (Somersat dkk., 2005), zeolit X, A dan hidroksi-sodalit (Molina dan Poole, 2004), zeolit P, X dan A (Yapping dkk., 2007), zeolit A (Sudarno, 2008) dan zeolit faujasit dan hidroksi-sodalit (Rios dkk., 2009).

Untuk memperoleh produk zeolit fasa tunggal atau murni dari bahan dasar abu batubara, melibatkan proses dua tahap yaitu pembuatan ekstrak Si dari pelarutan leburan abu layang-alkali dan penambahan larutan aluminium di ikuti

perlakuan hidrotermal (Chang dan Shih, 1998). Meskipun metode peleburan ini telah berhasil memperoleh zeolit murni, namun pada metode ini belum dapat digunakan untuk membuat zeolit-karbon karena pada proses peleburan, karbon yang terkandung dalam sampel abu banyak terbuang. Dalam upaya untuk membuat zeolit-karbon, Miyake dkk. (2007) menggunakan atmosfer  $N_2$  pada suhu  $750\text{ }^\circ\text{C}$  untuk proses peleburan. Cara ini telah berhasil digunakan untuk membuat komposit zeolit-karbon dengan bahan dasar abu layang.

Sebagaimana telah disebutkan diatas penelitian sintesis zeolit dari abu dasar relatif sedikit, apalagi untuk jenis zeolit tertentu misal zeolit A dan zeolit A-karbon, maka dengan adanya komponen abu dasar yang serupa dengan abu layang yaitu memiliki mineral silika ( $SiO_2$ ) dan Alumina ( $Al_2O_3$ ), memungkinkan untuk mensintesis material zeolit dari abu dasar. Sintesis zeolit A dari abu dasar dilakukan dengan menggunakan ekstrak peleburan abu dasar-alkali. Penambahan larutan natrium aluminat diperlukan untuk mendapatkan rasio molar gel  $SiO_2/Al_2O_3$  yang sesuai dengan kondisi sintesis zeolit A. Gel yang telah dipreparasi dikristalisasi melalui hidrotermal dengan variasi waktu hidrotermal dari 6 sampai 24 jam. Pengontrolan waktu penting untuk mencegah pembentukan fasa zeolit lain selama proses kristalisasi zeolit A dan untuk mempelajari kondisi terbaik sintesis zeolit A.

Selain mengandung silika dan alumina, abu dasar memiliki kandungan karbon tak terbakar relatif lebih tinggi. Abu yang mengandung karbon lebih besar dari 6 % massa tidak cocok sebagai material dasar semen, hal ini menyebabkan umumnya abu dasar akan tersimpan pada lahan penampungan. Oleh karena itu pengembangan proses yang dapat mendaurulang abu dasar yang mengandung karbon tak terbakar diperlukan dan beberapa proses telah diteliti. Misal Sun dkk. (2007) menggunakan abu dasar dengan berbagai ukuran partikel halus (0,45 mm-6 mm) sebagai adsorben polutan organik seperti zat warna yang bersifat racun dalam air limbah industri, selain itu Gupta dkk. (2007) menggunakan abu dasar bersama-sama ampas kedelai dengan pengaktifan pada suhu  $500^\circ\text{C}$  sebagai adsorben zat warna *basic fuhsin* yang bersifat racun dan karsinogen. Namun demikian, bagian ( $SiO_2$ ) dan ( $Al_2O_3$ ) tidak termanfaatkan. Dengan demikian supaya kandungan  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$  dan sisa karbon pada abu termanfaatkan maka

pembuatan zeolit dari abu dasar dilakukan sedemikian rupa sehingga kandungan sisa karbonnya dapat dipertahankan.

## **1.2. Perumusan Masalah dan Batasan Masalah**

Dari uraian diatas, maka perlu diteliti bagaimana cara membuat zeolit A murni-karbon dari bahan awal abu dasar. Tahapan untuk mencapai hal tersebut adalah :

1. Bagaimana cara mengubah abu dasar menjadi zeolit A murni dengan metode peleburan diikuti perlakuan hidrotermal ?
2. Bagaimana cara mengubah abu dasar menjadi zeolit A dengan tetap mempertahankan kandungan karbon yang terkandung dalam abu dasar, sehingga diperoleh zeolit A-karbon?
3. Bagaimana mengontrol reaksi hidrotermal agar dihasilkan zeolit A ataupun campuran zeolit A-sisa karbon yang memiliki kapasitas tukar kation (KTK) yang tinggi

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk membuat zeolit-karbon dari abu dasar yang diperoleh dari PLTU PT. IPMOMI di kompleks PLTU Paiton, Probolinggo dengan metode peleburan dan untuk mempelajari kondisi reaksi hidrotermal yang tepat untuk sintesis zeolit A dengan kritisinitas dan KTK kation yang tinggi.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan untuk memanfaatkan abu dasar hasil pembakaran batubara yang diperoleh dari PT. IPMOMI Probolinggo, Jawa Timur menjadi material yang berdaya guna tinggi dan bernilai jual yaitu zeolit dengan tetap mempertahankan kandungan karbon tak terbakar yang terdapat dalam abu dasar, sehingga campurannya akan dapat digunakan sebagai penukar kation sekaligus penyerap senyawa non kation lain.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)