

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kehidupan manusia tidak akan pernah terlepas dari energi, karena seluruh aktivitas manusia membutuhkan energi. Menurut *Internasional Energy Agency* (IEA) permintaan energi global pada tahun 2024 meningkat sebesar 2,2%, lebih tinggi daripada rata-rata tahunan dekade sebelumnya (2013-2023) yang mana sebesar 1,3%. Pasokan energi masih didominasi oleh energi fosil yaitu sebesar 54%, sedangkan energi terbarukan 38% dan energi nuklir 8%. Energi fosil termasuk energi tak terbarukan yang mana artinya suatu saat nanti dapat habis, oleh karena itu diperlukan pasokan energi terbarukan lebih banyak agar mencukupi kebutuhan energi tanpa bergantung pada energi fosil.

Biogas merupakan salah satu energi terbarukan yang saat ini mulai banyak dikembangkan. Komposisi utama dari biogas yaitu CH_4 (50-70%) dan CO_2 (30-49%), kandungan CO_2 yang cukup tinggi menjadi permasalahan utama (Ermawati et al., 2023). Semakin tinggi kadar CO_2 maka nilai kalor pada biogas akan semakin rendah, hal ini menyebabkan pembakaran menjadi tidak sempurna. Oleh karena itu diperlukan proses pemurnian biogas untuk mengurangi kandungan gas CO_2 yang ada pada biogas.

Metode pemisahan gas CO_2/CH_4 salah satunya dapat menggunakan adsorpsi. Keunggulan teknologi adsorpsi dalam pemisahan gas CO_2/CH_4 adalah lebih efisien, lebih ramah lingkungan, dan produktivitasnya, meskipun masih perlu pengembangan apabila akan digunakan pada skala industri (Karimi et al., 2023). Teknologi adsorpsi merupakan proses penangkapan gas CO_2/CH_4 yang diimplementasikan menggunakan adsorben. Adsorben yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu zeolit yang diaktivasi menggunakan NaOH.

Zeolit dipilih sebagai adsorben karena memiliki struktur kristalin aluminosilikat yang teratur dengan sistem pori berukuran mikropori yang seragam. Struktur ini memungkinkan zeolit memiliki luas permukaan spesifik yang tinggi serta kemampuan selektivitas molekuler berdasarkan ukuran dan polaritas molekul gas. Dalam proses pemisahan campuran CO_2 dan CH_4 , zeolit menunjukkan afinitas yang lebih kuat terhadap molekul CO_2 yang bersifat lebih polar dibandingkan metana, sehingga memungkinkan terjadinya pemisahan yang efektif melalui mekanisme adsorpsi selektif. Karakteristik ini menjadikan zeolit material yang sangat potensial untuk aplikasi pemurnian biogas maupun pemisahan gas industri lainnya.

Meningkatnya kebutuhan energi global serta tuntutan pengurangan emisi gas rumah kaca menjadikan pemanfaatan biogas sebagai sumber energi alternatif semakin penting. Namun, kandungan karbon dioksida (CO_2) yang relatif tinggi dalam biogas menyebabkan penurunan nilai kalor dan kualitas energi yang dihasilkan, sehingga diperlukan proses pemurnian untuk meningkatkan fraksi metana (CH_4). Dalam konteks ini, optimasi proses adsorpsi menggunakan zeolit sintetik A-4 yang diaktivasi NaOH menjadi sangat relevan karena berpotensi meningkatkan kapasitas dan selektivitas adsorpsi terhadap CO_2 . Tanpa optimasi parameter proses dan karakteristik material adsorben, efisiensi pemisahan gas tidak akan maksimal, yang pada akhirnya dapat menghambat pemanfaatan biogas sebagai biomethane berkualitas tinggi. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan material adsorben berbasis zeolit melalui pendekatan aktivasi kimia untuk meningkatkan performa pemisahan CO_2/CH_4 .

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut, didapat beberapa rumusan masalah sebagai berikut;

1. Bagaimana pengaruh zeolit teraktivasi NaOH terhadap adsorpsi gas CO_2 ?
2. Bagaimana pengaruh zeolit teraktivasi NaOH terhadap adsorpsi gas CH_4 ?
3. Bagaimana pengaruh zeolit teraktivasi NaOH terhadap pemisahan gas CO_2/CH_4 .

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian yang dilakukan sebagai berikut;

1. Menganalisis pengaruh zeolit teraktivasi NaOH terhadap adsorpsi gas CO₂.
2. Menganalisis pengaruh zeolit teraktivasi NaOH terhadap adsorpsi gas CH₄.
3. Menganalisis pengaruh zeolit teraktivasi NaOH terhadap pemisahan gas CO₂/CH₄.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut;

1. Mendapatkan informasi mengenai rendemen terbaik dari pengaruh aktivasi zeolit dan waktu adsorpsi pada biogas.
2. Meningkatkan kemurnian CH₄ pada Biogas.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat mencapai sasaran tujuan yang di harapkan, sehingga permasalahan yang ada hanya dibatasi. Berikut ini merupakan batasan masalah yang dicantumkan:

1. Adsorben yang digunakan adalah zeolit sintetik A-4.
2. Konsentrasi CH₄ yang diujikan hanya 1 konsentrasi yaitu 496 ppm.
3. Penelitian ini hanya berfokus pada adsorpsi dan selektivitas.