

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) merupakan salah satu kontributor utama dari efek rumah kaca. Berdasarkan data IEA, emisi karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) terkait energi meningkat sebesar 6% pada tahun 2021 menjadi 36,3 miliar ton. Hal ini disebabkan karena ekonomi dunia pulih dari krisis Covid-19 dengan bergantung pada batu bara. Emisi  $\text{CO}_2$  dari pembakaran energi dan proses industri menyumbang hampir 89% dari emisi gas rumah kaca sektor energi tahun 2021, sedangkan emisi  $\text{CO}_2$  dari pembakaran gas menyumbang 0,7%. Salah satu cara mengurangi  $\text{CO}_2$  di atmosfer adalah dengan mengubah  $\text{CO}_2$  dan memanfaatkannya menjadi bahan kimia misalnya hidrogenasi  $\text{CO}_2$  menjadi metana.

Hidrogenasi karbon dioksida menjadi metana atau metanasi karbon dioksida atau juga dikenal sebagai reaksi Sabatier adalah reaksi eksotermik dimana hidrogen dan karbon dioksida bereaksi membentuk metana dan air sebagai produk sampingnya (Krisnandi et al., 2020). Reaksi ini menguntungkan karena dapat digunakan pada suhu rendah antara  $25^\circ\text{C}$  dan  $400^\circ\text{C}$ , namun hidrogenasi karbon dioksida hanya dapat dicapai dengan katalis yang efisien (Fan & Tahir, 2021).

Pembentukan  $\text{CH}_4$  dari  $\text{CO}_2$  pada suhu rendah menjadi terobosan penting dalam pengetahuan tentang peran dan penggunaan  $\text{CO}_2$ , meskipun konversinya masih sangat rendah (Martin et al., 2017). Katalis yang diterapkan dalam metanasi  $\text{CO}_2$  telah banyak diteliti dengan berbagai variasi katalis. Katalis Nikel, Rhodium dan Rutenium adalah beberapa konstituen katalitik aktif yang paling banyak digunakan.  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CeO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  dan kombinasi katalis dari konstituen lainnya telah banyak diusulkan dan diteliti sebagai pendukung katalis.

Tada et al., (2017) telah menyelidiki metanasi  $\text{CO}_2$  menggunakan spons Ni. Ketika metanasi  $\text{CO}_2$  dilakukan menggunakan spons Ni tanpa perlakuan awal, spons Ni menunjukkan konversi  $\text{CO}_2$  sebesar 83% pada  $250^\circ\text{C}$  di bawah kecepatan ruang tinggi ( $0,11 \text{ mol CO}_2 \text{ gcat}^{-1}\text{h}^{-1}$ ). Di sisi lain, dengan perlakuan awal suhu tinggi, spons Ni kehilangan aktivitasnya dalam metanasi  $\text{CO}_2$  serta situs cacat permukaan. Dengan demikian, hilangnya aktivitas dapat dijelaskan dengan hilangnya situs cacat permukaan oleh pretreatment suhu tinggi.

Zhong et al., (2019) telah melakukan penelitian metode konversi CO<sub>2</sub> baru dan sederhana menjadi metana dalam air dengan katalis nanopartikel Ni yang disintesis secara *in situ*, di mana air digunakan sebagai sumber hidrogen dan logam yang melimpah di bumi (Zn atau Fe) digunakan sebagai reduktor yang dapat dihasilkan kembali. Hasil 98% metana yang sangat baik baik dari CO<sub>2</sub> atau HCO<sub>3</sub> diperoleh pada 300 °C, dan katalis nanopartikel Ni yang terbentuk di tempat tidak hanya menunjukkan aktivitas katalitik yang luar biasa tetapi juga stabilitas. Studi mekanistik menunjukkan bahwa pembentukan metana dari HCO<sub>3</sub> atau CO<sub>2</sub> mengikuti jalur HCO<sub>3</sub>→CO<sub>2</sub>→HCOOH→CH<sub>4</sub>. Karya ini menunjukkan pendekatan sederhana untuk konversi CO<sub>2</sub> menjadi metana yang sangat efisien dengan bahan yang melimpah di bumi.

Dias & Perez-Lopez, (2021) telah melakukan konversi CO<sub>2</sub> menjadi CH<sub>4</sub> menggunakan katalis Ni/SiO<sub>2</sub> yang dipromosikan oleh Fe, Co dan Zn dibuat dengan impregnasi basah sederhana dan dievaluasi. Karakteristik ini memiliki pengaruh positif pada kinerja metanasi dari katalis yang dipromosikan Fe dan Co, yang menunjukkan peningkatan konversi CO<sub>2</sub> dan selektivitas CH<sub>4</sub> dibandingkan dengan katalis yang tidak dipromosikan. Ni-Co/SiO<sub>2</sub> memberikan hasil terbaik, mencapai 73% konversi CO<sub>2</sub> dan 98,5% selektivitas CH<sub>4</sub> pada 350 °C dan ketahanan yang tinggi terhadap sintering. Katalis yang dipromosikan oleh Fe menunjukkan ketahanan yang lebih tinggi terhadap pembentukan karbon, sedangkan promosi dengan Zn menyebabkan penurunan selektivitas yang kuat untuk CH<sub>4</sub> dan akibatnya meningkatkan selektivitas untuk CO. Hasil ini menyarankan penggunaan Fe dan Co sebagai *promoter* Ni Katalis /SiO<sub>2</sub> memiliki potensi tinggi untuk konversi CO<sub>2</sub> menjadi CH<sub>4</sub>.

Pada penelitian ini, digunakan katalis Nikel dengan kombinasi Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sebagai *support* dan Fe sebagai *promoter*. Katalis Nikel dipilih karena dapat menyerap hidrogen dan sangat selektif dalam pembentukan metana (Loder et al., 2020). Katalis Ni dapat mempertahankan aktivitas baik selama waktu reaksi yang lama dengan selektivitas CH<sub>4</sub> yang tinggi (Chein & Wang, 2020).

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, permasalahan pokok yang dikaji adalah

1. Bagaimana pengaruh jumlah massa katalis Ni-Fe/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang paling maksimum terhadap gas metana yang dihasilkan secara *in situ*?
2. Bagaimana pengaruh jumlah massa katalis Ni-Fe/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> terhadap persentase konversi CO<sub>2</sub>?
3. Bagaimana pengaruh jumlah massa katalis Ni-Fe/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> terhadap suhu akhir reaksi dan gas CH<sub>4</sub> yang dihasilkan?

## 1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh jumlah massa katalis Ni-Fe/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> terhadap persentase gas metana paling banyak yang dihasilkan secara *in situ*
2. Menentukan pengaruh jumlah katalis Ni-Fe/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> terhadap persentase konversi CO<sub>2</sub>
3. Menentukan pengaruh jumlah massa katalis terhadap suhu akhir dan gas metana yang dihasilkan

## 1.4 Manfaat

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK)  
Diperolehnya informasi tentang metode yang efisien dan bernilai ekonomis dalam upaya konversi karbon dioksida menjadi metana
2. Pembangunan Nasional  
Membantu pemerintah dalam mengurangi emisi karbon dioksida
3. Masyarakat  
Diperolehnya pengetahuan akan pentingnya daur ulang karbon dioksida