

## **Peran karbon dioksida dalam sistem pernapasan: implikasi bagi diagnosis dan kesehata**

**Dr. A. Petrov<sup>1</sup>, Dr. S. Ivanova<sup>1</sup>, Dr. D. Volkov<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup> Department of Internal Medicine and Clinical Sciences, Sechenov  
First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

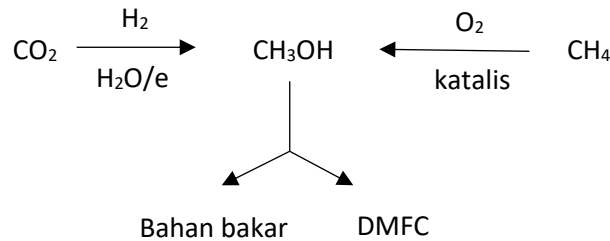
Eksplorasi utama batu bara sebagai bahan bakar fosil digunakan untuk produksi gas dan minyak serta bahan bakar transportasi seperti bensin dan diesel. Sebagian besar batu bara dari fosil digunakan untuk pembangkit listrik. Tetapi eksploitasi terus menerus secara berkala berdampak pada sumber daya yang akan habis dan harga yang semakin mahal.

Semua bahan bakar fosil memiliki kandungan campuran hidrokarbon. Rasio karbon pada bahan bakar fosil bervariasi pada setiap kandungan hidrokarbon. Saat ini minyak dari bahan bakar fosil diproduksi menjadi gas sintesis dengan campuran CO dan H<sub>2</sub>. Prosesnya karbon diubah menjadi karbon dioksida dan hidrogen menjadi air.

Terlepas dari bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbaharui dan sumber bahan bakar fosil yang semakin berkurang serta kebutuhan mendesak, peneliti perlu mengembangkan cara-cara baru dan aman serta layak untuk didistribusikan dan disimpan, sehingga sumber energi dari manapun sehingga menghasilkan hidrokarbon buatan manusia secara efisien.

Salah satu pembaharuan gas sintesis yang diusulkan adalah pembuatan hidrogen menjadi bahan bakar bersih. Meskipun pembakarannya bersih dan menghasilkan air, pembangkitnya membutuhkan energi yang banyak dan belum tentu bersih. Kelemahan lainnya, pada pembuatan hidrogen 20% energi bahan bakar fosil akan hilang sebagai sumber pembangkit. Selain itu, perlu proses yang dikerjakan dengan hati-hati karena rentan terjadi difusi dan kebocoran sehingga memungkinkan untuk terjadi ledakan. Dan hasil dari pembuatan hidrogen hanya sepertiga yang dapat digunakan sebagai sumber bahan bakar.

Produksi gas sintesis lainnya adalah metanol. Pengembangan penelitian pada metanol prosesnya menggunakan konservasi oksidatif langsung dari alam (metana) atau dikonversi reduktif karbon dioksida dengan atmosfer.



Berdasarkan siklus diatas, hidrogen bisa disimpan dengan mengubahnya menjadi metanol bahan bakar cair yang nyaman dan bahan mentah untuk hidrokarbon sintetik dan produknya dengan karbon dioksida dari limbah industri atau atmosfer. Hal ini membuka kemungkinan sumber energi alternatif untuk mengurangi sumber minyak dan gas dan akan mengarah pada bahan bakar metanol yang dapat diproduksi.

Metanol merupakan bahan bakar yang efisien dan juga dapat dicampur dengan bensin, dan setengahnya dapat digunakan sebagai bahan bakar. Bahan bakar tersebut digunakan dalam sel direct methanol fuel cell (DMFC) yang dikembangkan oleh Jet Propulsion Laboratory of Caltech (Olah, 2005). Sintesis dengan sel elektrokimia, metanol langsung dioksidasi dengan udara menjadi karbon dioksida dan air untuk menghasilkan listrik, tanpa perlu menghasilkan hidrogen. Hal ini sangat menyederhanakan teknologi sel bahan bakar dan produknya dapat digunakan di beberapa aplikasi: misalnya, untuk memberikan daya ke telepon seluler dan komputer, daya pada skuter dan mobil, atau bahkan dapat digunakan pada fasilitas pembangkit listrik besar.

Kenaikan CO<sub>2</sub> menjadi pertimbangan penyebab utama pemanasan global akibat ulah manusia. Salah satunya gas buang karbon dioksida dari pembangkit listrik, gas buang hasil industri dan knalpot dari transportasi. Tingginya produksi CO<sub>2</sub> berdasarkan masalah tersebut menjadikan sumber berlimpah penghasilan metanol dan dapat dihilangkan di masa mendatang.

Solusi jangka panjang kebutuhan hidrokarbon umat manusia serta untuk penyimpanan energi yang efisien yang pada akhirnya akan dihasilkan dari sumber bahan bakar nonfosil, penggunaan karbon dioksida di atmosfer melalui reduksi menjadi metanol menjadikannya solusi alternatif baru. Namun, kandungan karbondioksida di atmosfer tergolong rendah yaitu 0,037%. Oleh karena itu, diperlukan cara baru yang efisien untuk memisahkan CO<sub>2</sub>. Salah satu cara adalah teknologi pemisahan membran, cara lain adalah penggunaan metode absorpsi selektif dengan proses fotokatalisis. Penelitian dilakukan untuk menghasilkan kemajuan yang signifikan agar memungkinkan pemisahan praktis CO<sub>2</sub> di udara (Marlin et al., 2018).

Berbeda dengan hidrogen yang sangat mudah menguap, metanol adalah cairan yang nyaman. Penggunaannya tidak memerlukan pengembangan infrastruktur baru yang sangat mahal dan juga tidak rendah akan adanya kebocoran seperti halnya penggunaan hidrogen. Hidrogenasi karbon dioksida baik dengan konversi katalitik dengan H<sub>2</sub> atau dengan reduksi elektrokimia, termasuk penggunaan DFMC menghasilkan asam format dan formaldehida selain metanol. Namun, dimungkinkan untuk mengubah lebih lanjut asam format dan formaldehida menjadi metanol dan memungkinkan hasil metanol yang secara keseluruhan tinggi diperoleh. Oksidasi langsung metana, yang masih tersedia dari sumber gas alam, menjadi metanol juga harus dipertimbangkan. Ini juga selalu menghasilkan formaldehida dan asam format dalam jumlah yang signifikan. Selektivitas yang lebih tinggi untuk memperoleh metanol atau asam format dilaporkan hanya di bawah kondisi konversi, peneliti berhasil meningkatkan hasil metanol secara drastis dengan konversi sekunder formaldehida / asam format menjadi metanol.

Proses sintesis metanol dari karbon dioksida dapat dikonversi dengan lisencor teknologi seperti ; ICI, Lurgi, MCM, Kellog dan Nissui Topsoe. Beberapa teknologi tersebut dikembangkan dari perusahaan di berbagai dunia. Tetapi pengembangan menggunakan teknologi Lurgi adalah yang paling menjanjikan. Proses sintesis metanol dengan teknologi Lurgi, digunakan reaktor yang beroperasi pada kisaran suhu 220–260 °C dan kisaran tekanan 40 – 100 bar. Pada teknologi Lurgi digunakan reaktor quasi

isothermal shell and tube, reaksi metanol terjadi di tube side yang berisi katalis dan pada shell side dialirkan pendingin. Selain itu, pada teknologi ini, peranan reaktor juga sebagai pembangkit steam bertekanan rendah sekitar 40-50 bar (Lee, 1990).

Perpindahan panas baik salah satu tinjauan dalam penggunaan teknologi Lurgi, dengan reaktor multitube, adanya tube akan memperluas bidang kontak antara reaktan dan media pendinginnya. Semakin luas bidang perpindahan panas, semakin cepat kecepatan perpindahan panasnya. Reaksi sintesis metanol merupakan reaksi eksotermis. Sehingga, perpindahan panas yang cepat diperlukan untuk mengontrol suhu reaksi sintesis metanol dengan baik.

Berdasarkan aspek selektivitas produk tinggi teknologi Lurgi menggunakan proses katalis berbasis tembaga dengan pendukung berupa senyawa seng dan aluminium ( $\text{Cu/ZnO/Al}_2\text{O}_3$ ). Penggunaan katalis berbasis tembaga telah terbukti memiliki selektivitas tinggi terhadap produk metanol, sehingga mayoritas penelitian banyak yang mengkaji metanol menggunakan katalis tersebut.

Aspek fabrikasi reaktornya relatif sederhana karena reaktor yang digunakan ini mirip dengan heat exchanger (HE) jenis multitube, yang merupakan alat yang umum digunakan di pabrik kimia. Dengan perkembangan teknologi pembuatan HE yang semakin maju, pembuatan reaktor dengan jenis ini relatif mudah dilakukan jika perusahaan akan mengembangkan reduksi  $\text{CO}_2$  menjadi methanol.

Pertimbangan segi keselamatan juga menjadi aspek penting. Kondisi operasi pada teknologi Lurgi ini termasuk kategori rendah. Penggunaan jenis reaktor dan katalis pada proses Lurgi ini, kondisi operasi yang diperlukan tidak terlalu ekstrim ( $P < 100 \text{ atm}$ ,  $T < 300 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Sebagai pembanding, proses sintesis metanol skala industri yang pertama kali didirikan (menggunakan teknologi BASF), memiliki tekanan operasi 300 atm dan dengan suhu yang ekstrim. Dengan kondisi operasi proses Lurgi, tebal alat yang dipakai cukup wajar, sehingga harga material reaktor relatif murah. Selain itu, kondisi operasi yang semakin rendah, berdampak pada hazard bawaan dari proses yang akan semakin rendah (Mawaddah & Waluyaning, 2018).

Adanya teknologi Lurgi untuk menkonversi CO<sub>2</sub> menjadi metanol adalah solusi alternatif karena selain dapat mengurangi pencemaran udara, CO<sub>2</sub> juga dapat mengatasi masalah menipisnya bahan bakar fosil di alam. Perlunya pengembangan riset dan peran dari berbagai aspek untuk mendirikan pabrik konversi CO<sub>2</sub> di Indonesia diharapkan mampu menjadikan Indonesia sebagai negara yang mengembangkan syn-gas ramah lingkungan.

#### DAFTAR PUSTAKA

Lee, S. (1990). Methanol Synthesis Technology. CRC Press Inc.

Marlin, D. S., Sarron, E., & Sigurbjörnsson, Ó. (2018). Process Advantages of Direct CO<sub>2</sub> to Methanol Synthesis. *Frontiers in Chemistry*, 6(September), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fchem.2018.00446>

Mawaddah, M., & Waluyaning, I. P. (2018). PRA RANCANGAN PABRIK METANOL DARI KARBON DIOKSIDA DAN HIDROGEN KAPASITAS 55.000 TON/TAHUN. Universitas Islam Indonesia.

Olah, G. A. (2005). Beyond oil and gas: The methanol economy. *Angewandte Chemie - International Edition*, 44(18), 2636–2639. <https://doi.org/10.1002/anie.200462121>