

PENGARUH JUMLAH LOGAM DALAM KATALIS $\text{Co}/\text{Al}_2\text{O}_3$

Mardwita Mardwita*, Eka Sri Yusmartini, M. Chobind Rivaldo

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah Palembang

Jln. Jend. Ahmad Yani Seberang Ulu II, 13 Ulu, Kec. Plaju,
Kota Palembang, Sumatera Selatan 30263.

*Corresponding author: wiwitdiita@gmail.com

Abstrak

Katalis berperan penting didalam suatu reaksi kimia antara lain katalis dapat mempercepat reaksi, menghasilkan produk tertentu, meminimalisir produk samping atau bahkan katalis dapat memperlambat reaksi. Jumlah logam didalam katalis mempengaruhi aktivitas katalitik katalis tersebut. Jumlah logam yang terlalu sedikit atau bahkan terlalu banyak dapat memperlambat atau bahkan memperlambat suatu reaksi. Pada penelitian ini logam cobalt dengan berat 2wt.%, 4wt.%, dan 6wt.% di gunakan dalam rekasi oksidasi metana. Katalis disiapkan dengan menggunakan metode impregnasi dan diuji dalam reaksi katalitik sederhana. Hasil penelitian menunjukkan jumlah logam cobalt yang semakin banyak akan menghasilkan aktivitas katalitik yang tinggi, namun ketika diuji dengan menggunakan 15wt.% logam cobalt hasil katalitik aktivitas katalis menurun.

Kata Kunci : cobalt, alumina, oksidasi, metana.

Abstract

Catalysts play an important role in a chemical reaction, among others, catalysts can speed up reactions, produce certain products, minimize by-products or even catalysts can slow down reactions. The amount of metal in the catalyst affects the catalytic activity of the catalyst. Too little or too much metal can slow show no effect to the reaction. In this study, cobalt metal 2wt.%, 4wt.%, and 6wt.% was used as a catalyst in the carbon monoxide oxidation reaction. The catalyst was prepared using the impregnation method and tested in a simple catalytic reaction. The results showed that the higher amount of cobalt metal tend to increase the activity, however on the reaction using 15wt.% cobalt metal the catalytic activity of the catalyst decreased.

Keywords: cobalt, alumina, oxidation, methane.

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan energi semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, aktivitas di sector industri, rumah tangga, perkantoran, dan lain-lain. Gas alam merupakan salah satu sumber energi alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti sumber energi fosil. Namun penggunaan gas alam atau metana sebagai bahan bakar dapat menghasilkan emisi gas buang seperti karbon monoksida yang merupakan salah satu penyebab efek gas rumah kaca.

Metana merupakan gas alam yang tidak berwarna namun berbau khas. Penggunaan metana sebagai bahan bakar telah digunakan di beberapa industri. Dalam aktivasi gas metana sebagai bahan bakar diperlukan adanya katalis sehingga energi yang dibutuhkan untuk membakar metana menjadi lebih rendah dibandingkan tanpa penggunaan katalis. Pada reaksi oksidasi metana, katalis berperan sebagai pengaktivasi ikatan pada metana yaitu ikatan karbon dan hidrogen yang merupakan ikatan yang tidak reaktif atau sukar diaktivasi. Sehingga disinilah fungsi katalis yang paling utama yaitu sebagai pengaktivasi agar ikatan antara karbon dan hidrogen dapat dipecah pada suhu rendah.

Umumnya, katalis yang digunakan dalam reaksi oksidasi atau pembakaran metana antara lain cobalt, iron, cerium, chromium, platinum, ruthenium dan lain-lain. Logam – logam seperti cobalt dan iron yang merupakan golongan transisi banyak digunakan sebagai logam utama karena sumber logam tersebut yang lebih banyak daripada logam platinum dan disisi lain logam golongan transisi lebih murah dibandingkan dengan logam platinum dan ruthenium (Farrauto, 2012).

Dalam sistem katalis, logam akan dilarutkan ke dalam support seperti alumina atau silika sehingga membentuk slurry. Setelah melalui proses pemanasan dan aktivasi, logam – logam tersebut akan tersebar di permukaan support dan bertindak sebagai katalis dalam reaksi kimia. Ukuran logam pada support tergantung pada jumlah logam yang digunakan, umumnya semakin banyak logam maka akan semakin tinggi aktivitas katalitiknya (Cihlar, dkk., 2017). Namun hal ini tidak secara terus

menerus terjadi, jumlah logam yang terlalu banyak dapat menutupi permukaan support dan logam – logam tersebut cenderung bergumpal sehingga membentuk logam dengan ukuran yang besar. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa logam dengan ukuran yang besar cenderung kurang aktif karena memiliki luas permukaan yang lebih kecil. Hal ini akhirnya dapat menurunkan aktivitas katalitik katalis tersebut (Cihlar, dkk., 2017; Vedyagin, dkk., 2012). Berdasarkan uraian diatas, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana aktivitas katalitik logam cobalt dengan jumlah logam yang berbeda – beda pada reaksi oksidasi metana.

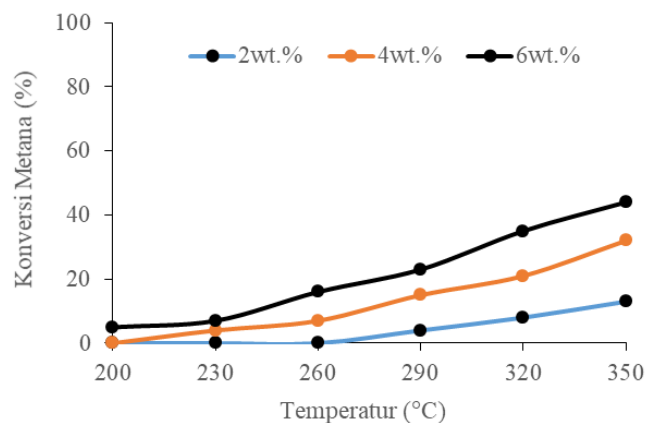
METODE PENELITIAN

Katalis cobalt pada support alumina ($\text{Co}/\text{Al}_2\text{O}_3$, Merck) dibuat dengan menggunakan metode impregnasi. Sejumlah alumina dilarutkan ke dalam aquadest hingga homogen dan diaduk menggunakan magnetic stirrer. Logam cobalt dimasukkan ke dalam larutan alumina dan diaduk hingga homogen, kemudian dipanaskan diatas hotplate pada temperatur 80 °C sambil diaduk menggunakan magnetic stirrer. Setelah beberapa saat maka larutan tersebut akan membentuk slurry, slurry kemudian dipanaskan didalam oven pada temperatur 100 °C selama 8 jam. Setelah 8 jam, slurry yang telah mengeras kemudian didinginkan hingga suhu ruang dan kemudian di haluskan menggunakan mortar hingga berbentuk powder halus.

Empat macam katalis yang dihasilkan dengan jumlah logam yang berbed – beda yaitu: 2wt.%, 4wt.%, 6wt.% dan 15wt.%. Sebelum digunakan dalam reaksi, katalis tersebut diaktivasi dengan menggunakan gas argon-oksigen pada temperatur 400 °C selama 3 jam. Reaksi oksidasi metana dilakukan pada temperatur 200 °C hingga 350 °C. Gas yang dihasilkan dianalisa menggunakan gas-chromatograph (GC).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, reaksi oksidasi metana menghasilkan gas karbon dioksida dan air. Reaksi berlangsung pada temperatur 200 °C – 350 °C dan pengambilan sample produk dilakukan setiap 30 menit. Gambar 1 menunjukkan konversi metana yang dihasilkan oleh katalis 2wt.%, 4wt.% dan 6wt.%. Pada temperatur reaksi 200 °C katalis 2wt.% dan 4wt.% tidak menunjukkan aktivitas katalitik, sedangkan katalis 6wt.% menunjukkan nilai konversi yang sangat rendah yaitu berkisar 3%. Semakin tinggi temperatur, aktivitas katalitik setiap katalis semakin tinggi. Katalis dengan jumlah 2wt.% perlahan menghasilkan konversi pada temperatur 270 °C dan menghasilkan nilai konversi yang semakin tinggi dan mencapai konversi maksimal pada 13% pada temperatur 350 °C, sedangkan katalis 4wt.% menunjukkan aktivitas yang serupa yaitu menghasilkan nilai konversi yang semakin tinggi dengan naiknya temperatur dan mencapai nilai konversi 32% pada temperatur 350 °C. Nilai konversi ini hamper dua kali lipat dari nilai konversi yang dihasilkan oleh katalis 2wt.%. Rendahnya konversi pada logam dengan jumlah yang sedikit dimungkinkan karena logam tersebut dapat saja tertimbun oleh alumina atau tenggelam ke dalam alumina sehingga hanya permukaan alumina yang dominan. Naiknya temperatur memberikan pengaruh pada sapuan permukaan katalis sehingga logam yang tenggelam tersebut dapat muncul ke permukaan dan bertindak sebagai katalis pada reaksi oksidasi metana (Das, dkk., 2012).



Gambar 1. Konversi Metana terhadap katalis $\text{Co}/\text{Al}_2\text{O}_3$

Pada Gambar 1 juga ditunjukkan nilai konversi yang dihasilkan oleh katalis 6wt.%. Konversi yang dihasilkan pun semakin tinggi dengan naiknya temperatur reaksi dan konversi pada temperatur 350 °C yaitu sebesar 44%. Tingginya konversi yang dihasilkan bersesuaian dengan jumlah logam yang terdispersi di permukaan alumina (support) (Lee, dkk., 2015).

Gambar 2 menunjukkan ilustrasi interaksi antara logam dan alumina. Pada gambar 2 terlihat jika jumlah logam sedikit maka logam cenderung tenggelam ke dalam support, hal ini dikarenakan ikatan logam dan alumina yang sangat kuat. Alumina sebagai support memiliki sifat dapat mengikat logam secara kuat, sifat inilah yang menjadikan alumina sebagai support yang sering digunakan pada temperatur reaksi yang tinggi. Kuatnya ikatan antara alumina dan logam dapat mencegah logam untuk bergumpal dengan logam lainnya (Najafishirtari, dkk., 2018).



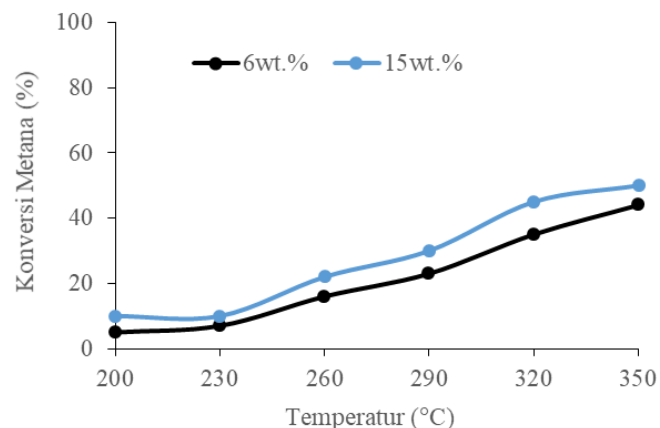
Gambar 2. Ilustrasi Interaksi antara Logam dan Alumina (Jumlah Logam Rendah)

Gambar 3 menunjukkan ilustrasi antara logam dan alumina dengan jumlah logam yang cukup banyak atau lebih besar dari 2wt.%. Logam – logam yang terbentuk cenderung terdapat pada permukaan alumina, sehingga gas reaktan dapat mengenai logam dan logam pun berfungsi sebagai katalis yang mempercepat reaksi.



Gambar 3. Ilustrasi antara Logam dan Alumina (Jumlah Logam Tinggi)

Untuk mengetahui jumlah maksimal logam cobalt, maka katalis dengan jumlah logam 15wt.% direaksikan pada reaksi oksidasi metana dengan temperatur 200 °C hingga 350 °C. Gambar 4 menunjukkan katalitik aktivitas katalis 15wt.%, katalis 15wt.% menunjukkan aktivitas katalitik yang hanya sedikit lebih tinggi bila dibandingkan dengan 6wt.%, padahal jumlah logam 15wt% adalah lebih dari dua kali katalis 6wt.%. Idealnya katalis 15wt.% menghasilkan konversi dua kali lebih tinggi dibandingkan dengan katalis 6wt.%.



Gambar 4. Perbandingan konversi Katalis Co/Al₂O₃ 6wt.% dan 15wt.%

Aktivitas katalis yang tidak terlalu tinggi ini dimungkinkan karena jumlah logam pada katalis 15wt.% memiliki ukuran partikel yang lebih besar dari pada katalis 6wt.%. meskipun dalam penelitian ini tidak dilakukan pengukuran partikel cobalt, namun penelitian terdahulu menunjukkan kecenderungan rendahnya katalitik aktivitas katalis yang dipengaruhi oleh ukuran logam (Stakheev, dkk., 2017). Disisi lain, tidak terlalu tingginya konversi yang dihasilkan oleh 15wt.% pada reaksi oksidasi metana ini dikarenakan logam cobalt yang bergumpal satu sama lain sehingga menghasilkan ukuran logam cobalt yang semakin besar seiring dengan naiknya temperatur reaksi. Sehingga penambahan jumlah logam hingga 15wt% adalah jumlah maksimal logam yang dapat digunakan pada reaksi ini (Vedyagin, dkk., 2012).

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi antara cobalt dan alumina merupakan hal yang penting untuk menghasilkan konversi yang tinggi. Jumlah logam yang terlalu sedikit akan mudah teggelam ke dalam support sehingga tidak menghasilkan konversi, sebaliknya jumlah logam yang terlalu besar akan mengakibatkan logam – logam tersebut bergumpal dan menghasilkan aktivitas katalitik yang tidak maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Cihlar, J.Jr., Vrba, R., Castkova, K., Cihlar, J. (2017). Effect of Transition Metal on Stability and Activity of La-Ca-M-(Al)-O (M = Co, Cr, Fe and Mn) Perovskite Oxides during Partial Oxidation of Methane. *International Journal of Hydrogen Energy*, 42(31), 19920-19934.
- Das, T., Deo, G. (2012). Effect of Metal Loading and Support for Supported Cobalt Catalyst. *Catalysis Today*, 198, 116-124.
- Farrauto, R.J. (2012). Low-Temperatur Oxidation of Methane. *Science*, 337, 769-660.
- Lee, K., Burt, S.P., Carrero, C.A., Alba-Rubio, A.C., Ro, I., O'Neill, B.J., Kim, H.J., Jackson, D.H.K., Kuech, T.F., Hermans, I., Dumesic, J.A., Huber, G.W. (2015). Stabilizing Cobalt Catalysts for Aqueous-Phase Reactions by Strong Metal-Support Interaction. *Journal of Catalysis*, 330, 19-27.
- Najafishirtari, S., Guglieri, C., Marras, S., Scarpellini, A., Brescia, R., Prato, M., Righi, G., Franchini, A., Magri, A., Manna, L., Colombo, M. (2018). Metal-Support Interaction in Catalysis: The Influence of the Morphology of A Nano-Oxide Domain on Catalytic Activity. *Applied Catalysis B: Environmental*, 237, 753-762.
- Stakheev, A.Y., Batkin, A.M., Teleguina, N.S., Bragina, G.O., Zaikovskiy, V.I., Prosvirin, I.P., Khudorozhkov, A.K., Bukhtiyarov, V.I. (2013). Particle Size Effect on CH₄ Oxidation over Noble Metals: Comparison of Pt and Pd Catalysts. *Topics in Catalysis*, 56(1-8), 306-310.
- Vedyagin, A., Volodin, A.M., Kenzhin, R.M., Stoyanovskii, V.O., Shubin, Y.V., Plusnin, P.E., Mishakov, I.V. (2017). Effect of Metal-Metal and Metal-Support Interaction on Activity and Stability of Pd-Rh/Alumina in CO Oxidation. *Catalysis Today*, (293-294), 73-81.