

STUDI PENGARUH UKURAN PARTIKEL RUTHENIUM DALAM KATALIS Ru/Al₂O₃ PADA REAKSI HIDROGENASI KARBON MONOKSIDA

Mardwita^{1*}, Muhammad Djoni Bustan², Sri Haryati²

^{1,*}Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
Jln. Jenderal Ahmad Yani 13 Ulu Palembang 30263

²Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
Jln. Raya Palembang Prabumulih Km. 32 Inderalaya Ogan Ilir (OI) 30662

Email : wiwitdiita@gmail.com

Abstrak

Reaksi hidrogenasi syngas yang berasal dari gas alam, batu bara dan biomassa telah lama digunakan untuk menghasilkan hidrokarbon rantai panjang dan alkohol. Hidrokarbon rantai panjang dapat diproses lebih lanjut menjadi synthetic fuel (bahan bakar sintetik) sebagai pengganti minyak bumi. Reaksi hidrogenasi tidak terlepas dari peran katalis. Salah satu katalis yang paling efektif untuk reaksi ini adalah ruthenium (Ru). Penelitian ini mempelajari Pengaruh ukuran partikel ruthenium (Ru) dalam katalis ruthenium-alumina (Ru/Al₂O₃) yang digunakan dalam reaksi hidrogenasi karbon monoksida. Gas karbon monoksida (CO) dan hidrogen (H₂) digunakan sebagai reaktan dengan perbandingan 2:1. Reaksi hidrogenasi karbon monoksida dilakukan dengan menggunakan reaktor fixed-bed yang terbuat dari pyrex glass. Tiga macam variasi jumlah ruthenium yaitu 7wt%, 10wt% dan 12wt% digunakan dalam katalis Ru/Al₂O₃. Metode pembuatan katalis menggunakan metode impregnasi dan reaksi dilakukan dengan rentang temperatur dari 160 °C sampai 260 °C pada tekanan atmosferik. Pengambilan sample produk dilakukan setiap 30 menit dan produk dianalisa dengan menggunakan gas-chromatograph (GC). Hasil reaksi menunjukkan bahwa ruthenium dengan berat 12wt% menghasilkan konversi CO yang paling tinggi dibandingkan dengan katalis jumlah 7wt% dan 10wt% ruthenium.

Kata Kunci : hidrogenasi karbon monoksida, ruthenium, katalis logam, deaktivasi katalis

Abstract

Syngas hydrogenation from natural gas, coal and biomass had been use to produce long-chain hydrocarbon and alcohol. Long-chain hydrocarbon may produce synthetic fuel. In this reaction, catalysts play an important role. One of the most effective catalyst in this reaction is ruthenium (Ru). This research studied the effect of Ru particle size in Ru/Al₂O₃ catalyst used in reaction of carbon monoxide hydrogenation. The ratio of carbon monoxide and hydrogen used in this reaction was 2:1. Three types or ruthenium loading used in this reaction, they were 7wt%, 10wt%, and 12wt%. Conventional impregnation method was used to prepared the catalysts and the reaction was conducted in range of temperature from 160 to 260 °C at an atmospheric pressure. Product was taken every 30 minutes and was analyzed using gas-chromatograph (GC). The results showed that 12wt% ruthenium loading in catalyst has the highest CO conversion compared to 7wt% and 10wt% ruthenium loading.

Keywords : carbon monoxide hydrogenation, ruthenium, metal catalyst, catalyst deactivation

1. PENDAHULUAN

Semakin menipisnya jumlah minyak bumi sebagai bahan bakar utama telah mendorong ilmuwan untuk mempelajari cara menghasilkan minyak bumi buatan (synthetic fuel) yang kelak akan digunakan sebagai pengganti minyak bumi. Salah satu reaksi yang banyak diteliti adalah reaksi hidrogenasi. Reaksi hidrogenasi umumnya menggunakan hidrogen (H_2) dan senyawa lain, misalnya karbon monoksida (CO). Reaksi ini bersifat eksotermik dan menghasilkan produk yang beragam seperti alkohol, olefin dan paraffin rantai panjang sehingga katalis diperlukan dalam reaksi ini untuk mengontrol jenis atau jumlah produk yang dihasilkan (Steybergm et al., 2004; Vannice, 1975; Bahome et al., 2007).

Karbon monoksida adalah gas yang tidak berwarna dan terdiri atas satu atom karbon yang secara kovalen berikatan dengan satu atom oksigen. Mekanisme reaksi hidrogenasi karbon monoksida adalah salah satu reaksi yang kompleks karena hasil reaksi ini menghasilkan produk yang beragam.

Secara umum reaksi hidrogenasi berarti penambahan hidrogen pada senyawa organik tak jenuh yang memiliki ikatan rangkap sehingga menghasilkan senyawa dengan ikatan jenuh. Temperatur dan tekanan yang digunakan pada reaksi hidrogenasi tergantung pada reaktan dan jenis katalis yang digunakan pada reaksi. Pada reaksi Fisher-Tropsch, pembentukan metanol dari reaksi hidrogenasi juga diikuti dengan pembentukan ikatan karbon (C-C).

Ada tiga macam reaksi hidrogenasi, yaitu :

1. Hidrogenasi transfer

Hidrogenasi transfer memanfaatkan gas hidrogen atau juga dapat menggunakan molekul atau senyawa yang memiliki atom hidrogen, tujuannya untuk menambahkan hidrogen ke dalam suatu senyawa.

2. Hidrogenasi minyak

Hidrogenasi minyak bertujuan untuk menambahkan hidrogen pada ikatan rangkap dari asam lemak sehingga mengurangi kejenuhan minyak, meningkatkan titik cair dan juga menghasilkan minyak yang tahan terhadap oksidasi.

3. Hidrogenasi etena

Hidrogenasi etena bertujuan untuk memutuskan ikatan rangkap pada etena untuk menghasilkan etana, reaksi ini berlangsung dengan bantuan katalis.

Secara umum, ada dua macam katalis berdasarkan fasenya di dalam sistem reaksi, yaitu :

1. Katalis homogen

Katalis homogen dapat bercampur secara sempurna dengan reaktan karena mempunyai fase yang sama, misalnya katalis dan reaktan sama-sama berwujud cair. Karena kesamaan fase tersebut, katalis homogen sulit dipisahkan dari campuran reaksi.

Contoh katalis homogen adalah gas nitrogen dioksida (NO_2) yang berfungsi sebagai katalis pada pembuatan gas sulfur trioksida (SO_3).

2. Katalis heterogen

Katalis heterogen adalah katalis yang tidak bercampur atau menyatu dengan reaktannya karena fase yang berbeda, misalnya reaktan berbentuk gas sedangkan katalis berbentuk padat. Contohnya logam nikel (Ni) yang berfungsi sebagai katalis pada reaksi hidrogenasi etena (C_2H_4), katalis logam besi (Fe) pada reaksi pembuatan amonia (NH_3).

Katalis padat terbentuk dari tiga komponen utama, yaitu :

1. Komponen aktif

Komponen aktif katalis dapat berupa logam (besi (Fe), cobalt (Co), nikel (Ni), dll), sulfida logam (CuO, AgO, NiO, dll), komponen aktif berfungsi untuk mempercepat atau mengarahkan reaksi.

2. Support (penyangga)

Support terdiri atas oksida yang memiliki titik leleh tinggi, misal karbon dan alumina.

3. Promotor

Promotor adalah sejumlah kecil logam yang ditambahkan ke dalam katalis untuk memaksimalkan kinerja komponen aktif katalis. Dalam katalis padat, promotor dapat ditambahkan ataupun tidak ditambahkan, ini tergantung pada jenis dan kebutuhan reaksi.

Dalam reaksi kimia, katalis yang digunakan dapat kehilangan aktivitas katalitiknya secara bertahap karena pemakaian dan katalis juga dapat mengalami kerusakan. Kerusakan katalis terjadi pada katalis yang

belum habis umur pakainya. Kerusakan katalis ini dapat disebabkan adanya kerusakan fisik atau kimia. Kerusakan fisik dapat diakibatkan oleh proses pengkristalan material, sedangkan kerusakan kimia diakibatkan oleh pengikatan logam berat atau logam yang bersifat racun bagi katalis seperti sulfur. Kerusakan ini dapat bersifat permanen dan sementara. Keracunan yang parah menyebabkan katalis rusak secara permanen sehingga katalis harus dikeluarkan dari unit reaksi. Jika bersifat sementara maka katalis dapat dipulihkan kembali dengan cara diregenerasi sehingga katalis tersebut dapat digunakan untuk beberapa kali reaksi. Katalis yang dapat diregenerasi lebih disukai karena lebih ramah terhadap lingkungan, secara ekonomi umur katalis yang lebih lama memberikan keuntungan, dan mengurangi penggunaan bahan baku baru untuk pembuatan katalis.

Proses regenerasi katalis dapat dilakukan dengan pembakaran pengotor yang menempel di sisi aktif katalis.

Dalam suatu reaksi, katalis digunakan dengan tujuan agar reaksi berjalan secara efektif dan efisien. Katalis memungkinkan suatu reaksi berjalan lebih cepat dengan temperatur yang lebih rendah. Hal ini dikarenakan katalis dapat menurunkan energi aktivasi dengan cara menyediakan jalur mekanisme tahapan reaksi yang memerlukan energi lebih rendah. Oleh sebab itu dapat dikatakan bahwa katalis bersifat spesifik, yaitu suatu katalis hanya dapat berfungsi untuk suatu reaksi tertentu saja.

Katalis logam mulia (noble) seperti platinum (Pt), palladium (Pd), ruthenium (Ru), memiliki aktivitas katalitik yang tinggi, selektivitas yang baik, dan daya tahan yang lama.

Katalis yang umum digunakan untuk reaksi hidrogenasi adalah nikel (Ni), kobalt (Co), iron (Fe), platinum (Pt), dan ruthenium (Ru). Setiap katalis memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, misalnya katalis Ni memiliki aktivitas katalitik yang rendah dan membutuhkan temperatur reaksi yang tinggi, katalis Co biasanya digunakan pada reaksi dengan temperatur rendah dan memiliki ketahanan yang tinggi terhadap proses deaktivasi katalis, namun aktivitas katalitiknya lebih rendah dibandingkan dengan katalis yang

lain. Katalis Fe menghasilkan lebih banyak olefin, harga katalis lebih murah dibanding katalis lainnya namun memiliki ketahanan yang rendah terhadap proses deaktivasi katalis. Katalis Pt dan Ru sangat efektif untuk reaksi hidrogenasi, memiliki ketahanan terhadap proses deaktivasi yang tinggi namun harganya sangat mahal (Mala A. S et al., 2016).

Selain jenis logam, dalam katalis juga digunakan support (pengemban atau carrier). Fungsi dari support ini adalah untuk memperluas permukaan katalis dan/atau memperlambat deaktivasi katalis. Support yang umum digunakan adalah alumina (Al_2O_3), silika (SiO_2), titania (TiO_2), dan magnesium oksida (MgO). Penelitian yang dilakukan oleh Ionnides et al (1993) pada reaksi hidrogenasi CO menggunakan katalis rhodium (Rh) yang menggunakan support Al_2O_3 , SiO_2 , TiO_2 , dan MgO menunjukkan bahwa penggunaan support yang berbeda akan menghasilkan aktivitas katalis yang berbeda, meskipun menggunakan satu logam (yaitu Rh) yang sama (Ioannides et al., 1993; Nurunnasbi et al., 2008). Alumina paling banyak digunakan karena kestabilannya pada suhu yang tinggi dan harga yang relatif murah. Jumlah logam yang digunakan dalam katalis akan mempengaruhi aktivitas katalis. Umumnya semakin banyak logam yang digunakan maka akan semakin tinggi aktivitas katalis tersebut. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh jumlah logam Ru yang menggunakan Al_2O_3 sebagai support dalam reaksi hidrogenasi CO.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Alumina (Al_2O_3) sebagai support,
2. $\text{RuCl}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ sebagai bahan logam Ru, dan
3. Aquades (H_2O).

Proses pembuatan katalis adalah dengan metode impregnasi. Pembuatan katalis tersebut adalah sebagai berikut :

1. Untuk menghasilkan tiga macam katalis dengan persen berat Ru yang berbeda-beda maka sejumlah Al_2O_3 dilarutkan di dalam H_2O

- Larutan ini di aduk dengan menggunakan magnetic stirrer selama 10 menit.
- Kemudian sejumlah $\text{RuCl}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ditambahkan ke dalam larutan dan diaduk selama 10 menit.
- Setelah 10 menit, larutan dipanaskan menggunakan heater pada suhu $80\text{ }^\circ\text{C}$, pemanasan ini disertai dengan pengadukan menggunakan magnetic stirrer hingga diperoleh slurry.
- Selanjutnya, slurry tersebut disimpan di dalam oven pada suhu $60\text{ }^\circ\text{C}$ selama satu malam.
- Setelah kering, slurry digiling sampai halus. Sebelum digunakan sebagai katalis, slurry yang halus tersebut akan dikalsinasi menggunakan furnace pada suhu $400\text{ }^\circ\text{C}$ selama 3 jam.
- Tiga macam katalis dengan variasi persen berat Ru pada Al_2O_3 adalah adalah 7 wt% Ru, 10 wt% Ru, dan 12 wt% Ru. Katalis tersebut diberi nama $7\text{Ru}/\text{Al}_2\text{O}_3$, $10\text{Ru}/\text{Al}_2\text{O}_3$, dan $12\text{Ru}/\text{Al}_2\text{O}_3$.

Pengukuran ukuran partikel Ru dilakukan dengan menggunakan metode CO chemisorptions menggunakan BEL-CAT analyzer.

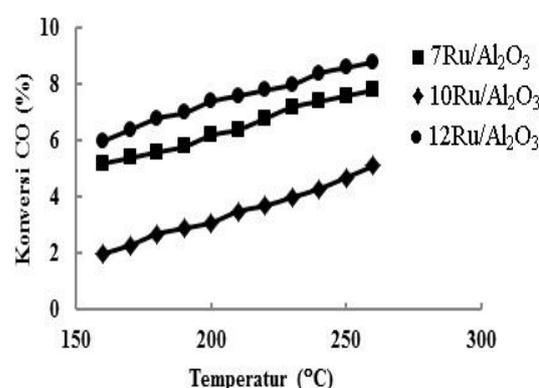
Reaksi hidrogenasi CO dilakukan pada skala laboratorium dengan menggunakan reaktor yang terbuat dari pyrex glass. Pada bagian tengah reaktor dimasukkan quartz woll dan katalis. Katalis yang digunakan untuk setiap reaksi adalah seberat 0,1 gram.

Reaksi dilakukan pada temperatur $160\text{ }^\circ\text{C}$ hingga $260\text{ }^\circ\text{C}$ dan pengambilan sample produk dilakukan setiap 30 menit. Produk berupa gas dianalisa menggunakan gas-chromatograph (GC).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Reaksi hidrogenasi CO menghasilkan alkana, alkena, olefin, paraffin dan water-gas shift (karbon dioksida dan air), sedangkan reaksi samping akan menghasilkan alkohol dan reaksi Boudourad (karbon dan karbon dioksida). Reaksi berlangsung pada temperatur 160 sampai $260\text{ }^\circ\text{C}$, pengambilan sample produk dilakukan setiap 30 menit. Gambar 1 menunjukkan

konversi CO yang dihasilkan oleh katalis $7\text{Ru}/\text{Al}_2\text{O}_3$, $10\text{Ru}/\text{Al}_2\text{O}_3$ dan $12\text{Ru}/\text{Al}_2\text{O}_3$. Pada suhu $160\text{ }^\circ\text{C}$ katalis $7\text{Ru}/\text{Al}_2\text{O}_3$ dan $12\text{Ru}/\text{Al}_2\text{O}_3$ menghasilkan konversi CO lebih dari 4%, sedangkan katalis $10\text{Ru}/\text{Al}_2\text{O}_3$ hanya menghasilkan konversi 2%. Dapat dilihat dari gambar 1, bahwa laju konversi CO berbanding lurus terhadap temperatur, hal ini menunjukkan bahwa keaktifan katalis semakin meningkat seiring dengan meningkatnya temperatur. Berdasarkan gambar 1, keaktifan katalis dapat diurutkan sebagai berikut : $12\text{Ru}/\text{Al}_2\text{O}_3 > 7\text{Ru}/\text{Al}_2\text{O}_3 > 10\text{Ru}/\text{Al}_2\text{O}_3$.



Gambar 1. Pengaruh jumlah Ru terhadap konversi CO pada temperatur $160 - 260\text{ }^\circ\text{C}$.

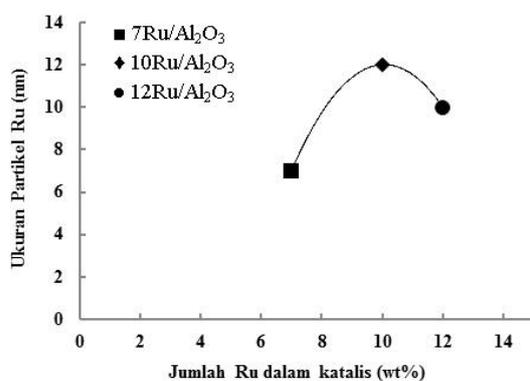
Mekanisme kerja katalis dapat digambarkan sebagai berikut, tumbukan antar molekul reaktan menghasilkan pemutusan ikatan sekaligus membentuk ikatan baru (produk). Meningkatnya jumlah reaktan dan temperatur reaksi akan meningkatkan tumbukan sehingga akan meningkatkan laju reaksi. Kehadiran katalis dapat mengurangi jumlah energi yang diperlukan untuk tumbukan antar molekul reaktan. Molekul-molekul reaktan dapat teradsorpsi pada permukaan katalis pada sisi aktif katalis. Sisi aktif katalis ini dapat membantu reaktan untuk bereaksi. Ketika molekul reaktan menempel pada permukaan katalis, katalis akan melemahkan ikatan yang ada didalam molekul reaktan, setelah ikatan melemah maka molekul-molekul antar reaktan dapat berikatan membentuk produk. Produk kemudian lepas dari katalis dan sisi aktif katalis dapat digunakan kembali oleh reaktan untuk bereaksi.

Adsorpsi dipermukaan katalis dibedakan menjadi dua, yaitu :

1. Fisisorpsi, yaitu molekul gas yang teradsorpsi secara fisik dipermukaan katalis dapat dilepaskan kembali dengan menaikkan temperatur reaksi.
2. Kemisorpsi, yaitu pelepasan molekul yang teradsorpsi pada permukaan katalis memerlukan energi yang besar dibandingkan dengan fisisorpsi.

Dua katalitik reaksi yang terjadi adalah :

1. Aktivasi ikatan C dan O lalu disosiasi ikatan ini.
2. Pembentukan ikatan C-C dan ikatan C-H. (Hessam J et al., 2014).

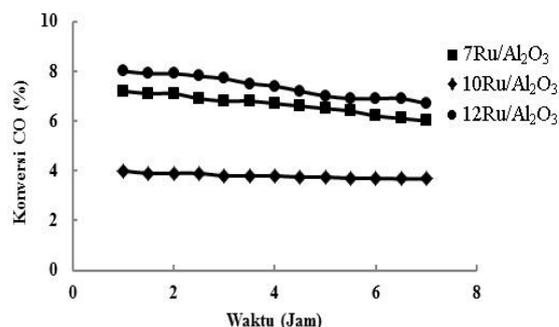


Gambar 2. Pengaruh jumlah Ru dalam katalis terhadap ukuran partikel Ru

Gambar 2 menunjukkan pengaruh jumlah Ru dalam katalis terhadap ukuran partikel Ru. Katalis 7Ru/Al₂O₃ dan 10Ru/Al₂O₃ masing-masing memiliki ukuran partikel Ru 7 dan 12 nm, sedangkan ukuran partikel katalis 12Ru/Al₂O₃ lebih kecil daripada ukuran partikel katalis 10Ru/Al₂O₃, yaitu 10 nm.

Rendahnya konversi CO yang dihasilkan oleh 10Ru/Al₂O₃ dapat disebabkan oleh besarnya ukuran partikel Ru pada katalis 10Ru/Al₂O₃. Hal ini bersesuaian dengan penelitian yang dilakukan oleh Loveless et al (2013) yang menunjukkan bahwa ukuran Ru yang lebih kecil akan menghasilkan aktivitas katalitik yang lebih tinggi. Ukuran partikel Ru yang besar menghasilkan lebih sedikit sisi aktif katalis, dengan kata lain partikel Ru yang besar menghasilkan luas permukaan katalis yang kecil. Sehingga hal ini berpengaruh terhadap keaktifan

katalis tersebut dan menghasilkan konversi CO yang rendah. Sedangkan pada katalis 12Ru/Al₂O₃ dihasilkan ukuran Ru partikel yang lebih kecil daripada katalis 10Ru/Al₂O₃ dan konversi CO katalis 12Ru/Al₂O₃ lebih tinggi daripada katalis 10Ru/Al₂O₃, hal ini dapat disebabkan oleh banyaknya sebaran Ru dipermukaan support sehingga mempengaruhi aktivitas katalitik katalis 12Ru/Al₂O₃.



Gambar 3. Pengaruh lamanya waktu reaksi terhadap konversi CO

Gambar 3 menunjukkan bagaimana perubahan konversi CO dari setiap katalis terhadap lamanya waktu reaksi. Reaksi dilakukan pada temperatur tetap yaitu pada 230 °C, produk di analisa setiap 30 menit dan lamanya waktu reaksi adalah 7 jam. Katalis 12Ru/Al₂O₃ menunjukkan kestabilan yang lebih baik dibandingkan dengan katalis 7Ru/Al₂O₃ dan 10Ru/Al₂O₃. Konversi CO dari katalis 12Ru/Al₂O₃ tidak terpengaruh oleh lamanya waktu reaksi seperti yang ditunjukkan pada gambar 3. Sedangkan katalis 7Ru/Al₂O₃ dan 10Ru/Al₂O₃ menunjukkan konversi CO yang semakin menurun dengan lamanya waktu reaksi. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas katalitik katalis 7Ru/Al₂O₃ dan 10Ru/Al₂O₃ semakin menurun dengan lamanya waktu reaksi.

Penurunan aktivitas katalitik terhadap waktu ini berkaitan dengan proses deaktivasi katalis atau kehilangan aktivitas katalitik. Deaktivasi katalis ini disebabkan oleh perubahan sifat kimia dan fisika yang mengarah pada menurunnya aktivitas katalis. Deaktivasi katalis dapat bersifat permanen sehingga harus dilakukan penggantian katalis atau bersifat sementara yaitu katalis dapat diaktifkan kembali atau diregenerasi. Penggantian katalis dilakukan

jika aktivitas katalitik katalis tersebut sudah tidak memenuhi kriteria yang dibutuhkan dalam proses dengan kata lain katalis sudah tidak berfungsi sebagaimana mestinya.

Secara garis besar, ada tiga macam penyebab deaktivasi katalis, yaitu :

1. Fouling (terbentuknya kerak)

Fouling terjadi karena tertutupnya sisi aktif katalis akibat terbentuknya kerak. Kerak ini dihasilkan oleh reaktan atau produk yang melekat secara terus menerus pada katalis, contoh kerak tersebut adalah karbon. Tertutupnya sisi aktif katalis ini menyebabkan deaktivasi katalis dan menurunkan yield produk. Katalis dari logam mulia (noble) seperti Pt dan Rh lebih tahan terhadap pembentukan fouling, akan tetapi katalis dari logam ini sangat jarang digunakan untuk industri skala besar karena harganya yang mahal, sehingga logam Pt dan Rh lebih banyak digunakan sebagai promotor.

2. Poisoning (keracunan)

Poisoning (keracunan) katalis dapat terjadi karena melekatnya bahan asing berupa molekul yang bersifat racun bagi katalis, seperti sulfur. Sulfur dapat menutupi sisi aktif katalis dan merusak katalis sehingga katalis mengalami penurunan aktivitas.

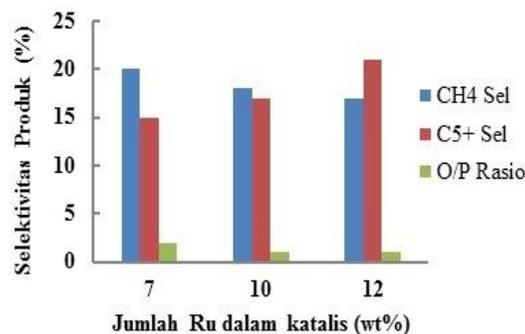
3. Sintering (tertutupnya bagian aktif katalis).

Sintering katalis terjadi karena penggumpalan yang menyebabkan hilangnya penyebaran logam pada katalis sehingga menurunkan aktivitas katalis (M. Pranjoto U, dan Endang W.P, 2007). Penggumpalan tersebut mengurangi luas permukaan kontak antara sisi aktif katalis dan reaktan.

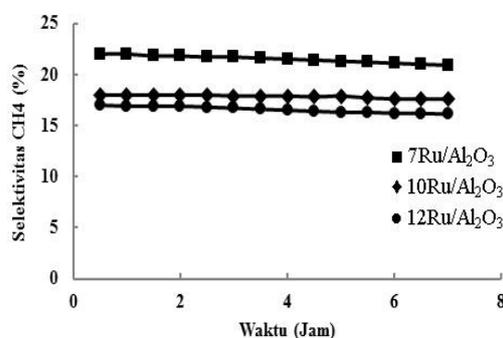
Selektivitas katalis adalah kemampuan katalis mempercepat satu reaksi diantara beberapa reaksi yang terjadi sehingga diperoleh produk yang diinginkan dan meminimalisir produk samping. Selektivitas katalis bergantung pada temperatur reaksi, luas permukaan dan distribusi ukuran pori serta macam atau banyaknya reaksi yang terjadi.

Gambar 4 menunjukkan selektivitas produk metana (CH_4), C_5^+ , dan rasio olefin/paraffin dari masing-masing katalis. Katalis $7Ru/Al_2O_3$ menunjukkan selektivitas metana dan rasio olefin/paraffin yang paling tinggi dibandingkan dengan katalis $10Ru/Al_2O_3$ dan $12Ru/Al_2O_3$ sedangkan katalis $12Ru/Al_2O_3$ memberikan

selektivitas terhadap produk C_5^+ yang paling tinggi.



Gambar 4. Pengaruh jumlah Ru terhadap selektivitas produk

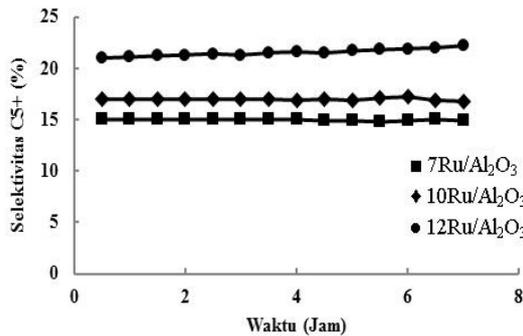


Gambar 5. Pengaruh waktu reaksi dan terhadap selektivitas produk CH_4

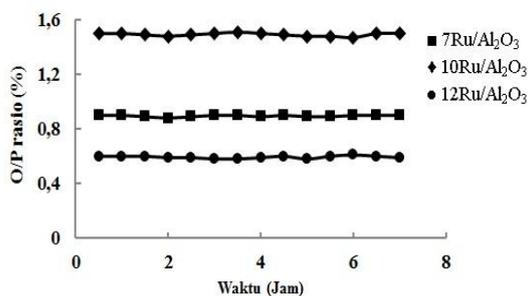
Selektivitas katalis terhadap produk juga di uji dengan lamanya waktu reaksi. Waktu reaksi yang digunakan adalah 7 jam pada temperatur reaksi $230\text{ }^\circ\text{C}$ dan pengambilan produk dilakukan setiap 30 menit. Gambar 5 menunjukkan pengaruh lamanya waktu reaksi terhadap selektivitas CH_4 untuk masing-masing katalis.

Semakin lama waktu reaksi, katalis $7Ru/Al_2O_3$ dan $10Ru/Al_2O_3$ memiliki kecenderungan selektivitas yang semakin menurun sedangkan katalis $10Ru/Al_2O_3$ menunjukkan kestabilan selektivitas CH_4 .

Gambar 6 menunjukkan selektivitas katalis terhadap produk C_5^+ . Katalis $12Ru/Al_2O_3$ menunjukkan hasil selektivitas C_5^+ yang semakin meningkat dengan lamanya waktu reaksi, hal ini menunjukkan terbentuknya produk dengan rantai karbon lebih dari lima semakin banyak. Sedangkan katalis $7Ru/Al_2O_3$ dan $10Ru/Al_2O_3$ menunjukkan kestabilan selektivitas produk C_5^+ .



Gambar 6. Pengaruh waktu reaksi dan katalis terhadap selektivitas produk C₅⁺



Gambar 7. Pengaruh waktu reaksi dan katalis terhadap rasio produk olefin/paraffin

Gambar 7 menunjukkan selektivitas katalis terhadap rasio olefin/paraffin. Dari gambar 7 terlihat bahwa katalis 7Ru/Al₂O₃, 10Ru/Al₂O₃ dan 12Ru/Al₂O₃ tidak menunjukkan perubahan yang berarti terhadap selektivitas rasio olefin/paraffin, hal ini menunjukkan bahwa lamanya waktu reaksi tidak mempengaruhi selektivitas rasio olefin/paraffin secara signifikan.

4. KESIMPULAN

Pada reaksi hidrogenasi CO, katalis 12Ru/Al₂O₃ menghasilkan konversi CO yang lebih tinggi dibandingkan katalis 7Ru/Al₂O₃ dan 10Ru/Al₂O₃. Sedangkan katalis 10Ru/Al₂O₃ menghasilkan aktivitas katalitik yang paling rendah. Tingginya aktivitas katalitik katalis 12Ru/Al₂O₃ dapat disebabkan oleh sebaran Ru dipermukaan Al₂O₃. Namun, katalis 10Ru/Al₂O₃ menunjukkan kestabilan yang lebih baik dibandingkan katalis 7Ru/Al₂O₃ dan 12Ru/Al₂O₃, hal ini ditunjukkan dengan tidak adanya perubahan konversi CO yang signifikan terhadap lamanya waktu reaksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, S., Asmawati, N., Zabidi, M., Subbarao, D. 2011. Correlation Between Fischer-Tropsch Catalytic Activity And Composition Of Catalysts. *Chemistry Central Journal* 5, (68) : 1-8.
- Bahome, M. C., Jewell, L.L., Padayachy, K., Hildebrandt, D., Glasser, D., Datye, A.K., Coville, N.J. 2007. Fe-Ru Small Particle Bimetallic Catalysts Supported On Carbon Nanotubes For Use In Fischer-Tropsch Synthesis. *Applied Catalysis (A)* (328) : 243-251.
- Bedrane, S., Descorme, C. 2002. An Optimized Route For The Preparation Of Well Dispersed Supported Ruthenium Catalysts. *Journal of Materials Chemistry*,(12): 1563-1567.
- M. Pranjoto U, dan Endang W.L. 2007. Tinjauan Umum Tentang Deaktivasi Katalis Pada Reaksi Katalis Heterogen. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA*, 110-115.
- Hessam, J., James, B., Parvin, M., Karen, W., Sai, G. 2014. A Review Of Advanced Catalyst Development For Fischer-Tropsch Synthesis Of Hydrocarbons From Biomass Derived Syn-gas. *Catalysis Science & Technology*, (4) : 2210-2229.
- Ioannides, T., Verykios, X. 1993. Influence Of The Carrier On The Interaction Of H₂ And CO With Supported Rh. *Journal of Catalysis*,(140): 353-369.
- Loveless, B.T., Buda, C., Neurock, M., Iglesia, E. 2013. CO Chemisorption And Dissociation At High Conversion During CO Hydrogenation On Ru Catalysts. *Journal of American Chemical Society*, (135) : 6107-6121.
- Mala, S. A, and Abba, M. K. 2016. Catalyst And Catalysis for Fischer-Tropsch Synthesis: A Comparative Analysis Of Iron And Cobalt Catalyst On SBA-15. *Journal of Thermodynamics & Catalysis*, (7:172) : 1-8.
- Nurunnabi, M., Murata, K., Okabe, K., Inaba,

- M., Takahara, I. 2008. Performance And Characterization Of Ru/Al₂O₃ And Ru/SiO₂ Catalysts Modified With Mn For Fischer-Tropsch Synthesis. Applied Catalysis (A), (340) : 203-211.
- Steybergm, A. P., Dry, M. E. 2004. Fischer-Tropsch Technology. Study Surface Science Catalysis, 152.
- Vannice, M. A. 1975. The Catalytic Synthesis Of Hydrocarbons From H₂/CO Mixture Over The Group VIII Metals. Journal of Catalysis,(27) : 449-461.