

Sintesis Nanokomposit α -Fe₂O₃/Zeolit Buatan sebagai Katalis pada Proses *Aquathermolysis*

Siska Fatimah¹, Hilman I. Umam¹, Akfiny H. Aimon¹, Ferry Iskandar^{1,2a)}

¹Laboratorium Fisika Material Energi dan Lingkungan
Kelompok Keilmuan Fisika Material Elektronik,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

²Research Center for Nanoscience and Nanotechnology,
Institut Teknologi Bandung
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

^{a)}ferry@fi.itb.ac.id

Abstrak

Sintesis nanokomposit α -Fe₂O₃/zeolit buatan telah berhasil dilakukan dalam penelitian ini. Untuk mengetahui penurunan viskositas minyak berat maka dilakukan proses uji katalitik menggunakan autoklaf melalui proses aquathermolysis. Prekursor yang digunakan dalam sintesis α -Fe₂O₃ adalah FeCl₃·6H₂O dan NaOH. Zeolit yang digunakan dalam komposit ini adalah zeolit buatan dengan waktu kristalisasi 8 hari. Proses sintesis nanokomposit α -Fe₂O₃/zeolit buatan diberi perlakuan termal dengan pemanasan gelombang mikro dan dikalsinasi pada suhu 350°C selama 30 menit. Proses aquathermolysis dilakukan menggunakan autoklaf pada suhu 200°C. Suhu yang digunakan merupakan suhu yang merepresentasikan keadaan di dalam sumur. Hasil sintesis nanokomposit α -Fe₂O₃/zeolit buatan kemudian dikarakterisasi menggunakan X-ray Diffraction (XRD) dan Scanning Electron Microscope (SEM) untuk mempelajari struktur nanokomposit α -Fe₂O₃/zeolit buatan yang terbentuk.

Kata Kunci : α -Fe₂O₃/Zeolit Buatan, Minyak Berat, Viskositas

PENDAHULUAN

Peningkatan penduduk secara pesat mengakibatkan peningkatan kebutuhan energi yang terus bertambah. Sumber energi utama yang digunakan oleh penduduk dunia berasal dari minyak bumi. Data *Pos Peak Living 2010* menunjukkan bahwa produksi minyak mulai tahun 2000 hingga 2120 akan terus mengalami penurunan[1].

Berdasarkan tingkat viskositasnya, minyak bumi dibagi menjadi dua bagian yaitu minyak konvensional dan minyak nonkonvensional. Minyak konvensional adalah minyak yang memiliki nilai viskositas yang rendah. Minyak konvensional merupakan minyak yang biasa digunakan sebagai sumber energi. Berbeda dengan minyak konvensional, minyak nonkonvensional merupakan minyak yang memiliki nilai viskositas yang tinggi. Beberapa jenis minyak nonkonvensional antara lain minyak berat, minyak berat ekstra, dan bitumen. Berdasarkan data pada total cadangan minyak dunia sesuai data *Oilfield Review Schlumberger*, jumlah minyak konvensional hanya 30% dan 70% lainnya merupakan minyak nonkonvensional, yakni sekitar 9 dari 13 triliun barel [2]. Dengan melimpahnya minyak nonkonvensional pada total cadangan minyak dunia tersebut, peneliti melakukan upaya untuk mengubah minyak nonkonvensional menjadi minyak konvensional berdasarkan sifat dari minyak nonkonvensional tersebut.

Pada penelitian ini kami menggunakan sampel minyak berat sebagai minyak nonkonvensional. Sifat dari minyak berat ditinjau untuk mengetahui cara mengubah minyak berat menjadi minyak konvensional. Sifat

dari minyak berat antara lain memiliki viskositas yang tinggi (≥ 100 cP), terdapat molekul heteroatom O, N, dan S, serta memiliki perbandingan carbon terhadap hidrogen yang tinggi. Berdasarkan sifat minyak berat tersebut maka upaya untuk mengubah minyak nonkonvensional menjadi minyak konvensional adalah dengan menurunkan viskositas minyak berat dengan metode EOR (*Enhanced Oil Recovery*).

Pada metode EOR terdapat proses *aquathermolysis*. Pada proses *aquathermolysis* terjadi pemutusan ikatan rantai karbon sehingga viskositas minyak berat dapat turun [3,4]. Untuk memperoleh penurunan viskositas yang lebih besar maka digunakan katalis yang memiliki ukuran kecil atau mengkompositkan material katalis dengan material berpori[5]. Katalis yang pernah digunakan dalam proses *aquathermolysis* antara lain NiO, nano-nikel, VO^{2+} , Co^{2+} , Fe^{2+} , Cr^{2+} , Mo^{2+} , Al^{3+} , FeO, Fe_2O_3 dan CaO [6-8]. Zeolit alam juga pernah digunakan sebagai katalis karena material ini merupakan material berpori. Akan tetapi sifat katalitik dari katalis dengan bentuk komposit antara oksida logam dan zeolit pada proses *aquathermolysis* masih belum banyak dilaporkan. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan sintesis nanokomposit $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ /zeolit buatan sebagai katalis, dan dilakukan uji katalitik untuk mengetahui pengaruh katalis terhadap penurunan viskositas minyak berat.

METODE PENELITIAN

Sintesis Nanokomposit $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ /Zeolit Buatan

Material yang digunakan dalam penelitian ini yaitu $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (*Merck Chemical Indonesia*), zeolit buatan tanpa pemanasan *microwave* dengan waktu kristalisasi 8 hari, NaOH, aquades, dan etanol.

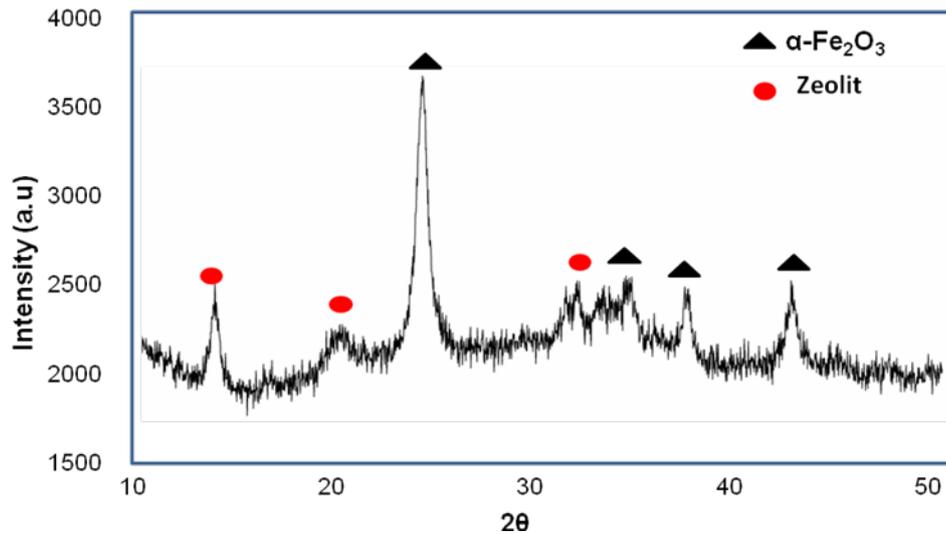
Pada proses sintesis nanokomposit $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ /zeolit buatan, hal pertama yang perlu dilakukan yaitu melarutkan 0,96 gram $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dan 0.6 gram zeolit buatan ke dalam 32 mL aquades. Kemudian larutan tersebut diaduk dengan kecepatan 750 rpm pada suhu ruang. Selanjutnya 0.92 gram NaOH dilarutkan ke dalam 95 mL aquades, dan diteteskan ke dalam larutan yang sedang diaduk. Larutan yang telah selesai diaduk kemudian diberi pemanasan gelombang mikro selama 17 menit. Serbuk yang terbentuk selanjutnya dikalsinasi selama 30 menit pada suhu 350°C . Setelah dikalsinasi, serbuk yang terbentuk dicuci menggunakan aquades dan etanol. Selanjutnya larutan tersebut disaring dan diperoleh endapan berwarna merah kecoklatan. Endapan yang terbentuk kemudian dikeringkan di dalam oven pada suhu 100°C selama 3 jam.

Proses uji katalitik dilakukan menggunakan autoklaf. Proses uji katalitik dilakukan untuk mengetahui sifat dan pengaruh katalis pada proses *aquathermolysis*. Pada proses uji katalitik, sebanyak 50 mL minyak berat dicampur dengan 17 mL air dan 0.2 gram katalis nanokomposit $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ /zeolit buatan di dalam autoklaf. Kemudian autoklaf tersebut dimasukan ke dalam oven dengan variasi waktu 0, 16, dan 240 menit pada suhu 200°C . Suhu 200°C merupakan suhu yang merepresentasikan keadaan di dalam sumur minyak.

Minyak hasil reaksi kemudian diukur viskositasnya pada suhu 70°C . Viskositas minyak setelah reaksi kemudian dibandingkan dengan viskositas minyak sebelum reaksi dan viskositas minyak setelah reaksi tanpa bantuan katalis nanokomposit $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ /zeolit buatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

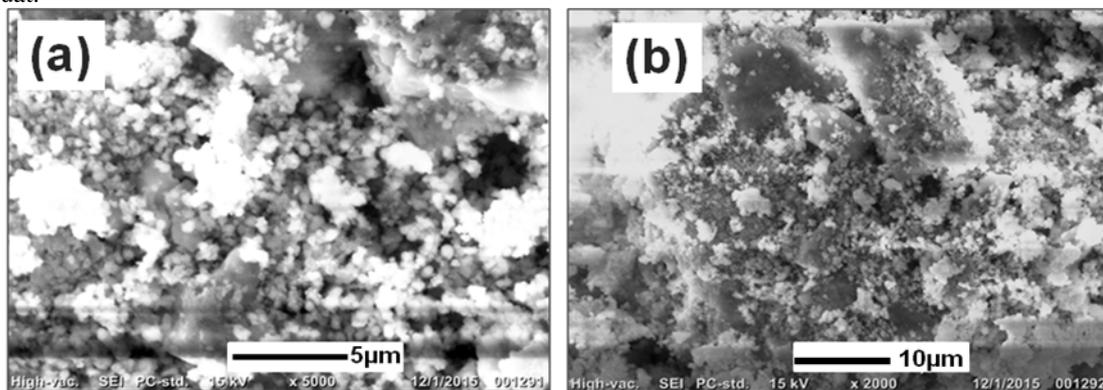
Serbuk nanokomposit $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ /zeolit buatan yang telah dibuat kemudian dikarakterisasi XRD. Berdasarkan hasil XRD pada Gambar 1, puncak-puncak difraksi yang terbentuk sesuai dengan referensi JCPDS # 33-0664. Hal ini menunjukkan bahwa sintesis nanokomposit $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ /zeolit buatan telah berhasil dilakukan. Untuk mengetahui ukuran kristal yang terbentuk, dilakukan perhitungan dengan persamaan *scherrer* dengan $2\theta = 24,52^\circ$ dan diperoleh ukuran kristal sebesar 117,3 nm.



Gambar 1. Hasil Karakterisasi XRD

Karakterisasi SEM dilakukan untuk mengetahui struktur morfologi suatu material. Pada penelitian ini, karakterisasi SEM dilakukan pada perbesaran 2000 kali dan 5000 kali. Berdasarkan hasil karakterisasi SEM pada Gambar 2, nanokomposit α -Fe₂O₃/zeolit buatan masih mengalami aglomerasi. Hal ini dapat terjadi karena kurangnya waktu dan suhu kalsinasi sehingga kristal yang terbentuk belum sempurna. Pada perbesaran 2000 kali morfologi nanokomposit α -Fe₂O₃/zeolit buatan yang terbentuk belum terlihat jelas, namun pada perbesaran 5000 kali baru terlihat bentuk nanokomposit α -Fe₂O₃/zeolit buatan yang sebagian masih mengalami aglomerasi.

Berdasarkan hasil SEM maka dapat diketahui ukuran partikel yang terbentuk. Dari Gambar 2a) dapat diketahui rata-rata ukuran partikel yang terbentuk adalah 535,5 nm. Ukuran partikel yang terbentuk masih tergolong besar, hal ini terjadi karena adanya aglomerasi pada nanokomposit α -Fe₂O₃/zeolit buatan yang dibuat.



Gambar 2. Hasil Karakterisasi SEM

Hasil Proses Uji Katalitik

Proses uji katalitik dilakukan untuk mengetahui sifat dan pengaruh katalis nanokomposit α -Fe₂O₃/zeolit buatan pada proses *aquathermolysis*. Hasil penurunan viskositas minyak berat setelah reaksi terdapat pada Tabel 1. Hasil uji katalitik dengan menggunakan minyak berat dan air saja selama 16 menit menunjukkan penurunan viskositas sebesar 49,73%. Penambahan katalis nanokomposit α -Fe₂O₃/zeolit buatan pada proses uji katalitik dapat menurunkan viskositas 55,32% pada menit ke-16 dan 65,96 % pada menit ke-240. Berdasarkan data tersebut maka penambahan katalis nanokomposit α -Fe₂O₃/zeolit sintesis dapat memperbesar penurunan viskositas minyak berat. Namun jika dilihat dari besar penurunannya, perlu dilakukan pengoptimalan sintesis nanokomposit α -Fe₂O₃/zeolit buatan agar diperoleh penurunan viskositas yang lebih besar.

Tabel 1. Hasil Uji Katalitik

Sampel	Waktu (menit)	Penurunan Viskositas
Minyak Berat + air	16	49,73%
Minyak Berat + air + α -Fe ₂ O ₃ /Zeolit Sintesis		55,32 %
	240	65,96 %

KESIMPULAN

Berdasarkan penjelasan di atas maka dapat disimpulkan bahwa nanokomposit α -Fe₂O₃/zeolit buatan telah berhasil disintesis menggunakan metode pemanasan *microwave*. Namun hasil yang terbentuk masih menunjukkan adanya aglomerasi pada material yang dibuat sehingga diperlukan optimalisasi sintesis nanokomposit α -Fe₂O₃/zeolit buatan pada penelitian berikutnya. Hasil penurunan viskositas minyak berat dengan penambahan katalis α -Fe₂O₃/zeolit buatan selama 16 menit adalah sebesar 55,32%, dan selama 4 jam adalah sebesar 65,96%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bebeh Wahid Nuryadin sebagai pihak yang telah membantu penulis dalam pengambilan data *Scanning Electron Microscope* (SEM) serta berbagai pihak yang telah membantu dalam penulisan makalah ini. Riset ini dilakukan dengan dana penelitian dari Riset Inovasi ITB Tahun Anggaran 2015 dan bantuan alat dari TWAS (*Fiscal Year 2015/16*).

REFERENSI

1. *Post Peak Living* (2010)
2. Alboudwarej, H., et al. *Highlighting heavy oil*, Oilfield Review Schlumberger. (2006).
3. Hyne, J.B., Greidanus, J.W. *Aquathermolysis of Heavy Oil*. Proceedings of Second International Conference on Heavy Crude and Tar Sands, Caracas Venezuela. pp. 25-30. (1982).
4. Hyne, J. B.: *Aquathermolysis-A Synopsis of Work on the Chemical Reaction between Water and Heavy Oil Sands During Simulated Steam Stimulation*, AOSTRA Synopsis Report (1986, No.50).
5. Abdullah, Mikrajudin. *Pengantar Nanosains*. Bandung: Penerbit ITB. (2009).
6. Maity, S.K., Ancheyta, J., dan Marroqui'n, G. (2010). Catalytic Aquathermolysis Used for Viscosity Reduction of Heavy Crude Oils: A Review. *Energi Fuels*. 24, 2809–2816.
7. Li, W., Zhu, J., dan Qi, J. (2007). Application of nanonickel catalyst in the viscosity reduction of Liaohe extra-heavy oil by aquathermolysis. *Journal of Fuel Chemistry and Technology*, 176-180.
8. Nassar, N. N., Hassan, A., Carbognani, L., Lopez-Linares, F., dan Pereira-Almao, P. (2012). Iron Oxide Nanoparticles For Rapid Adsorption And Enhanced Catalytic Oxidation Of Thermally Cracked Asphaltenes. *Fuel*, 95, 257–262 .