

Deskripsi

**METODE PEMBUATAN MATERIAL NANO ZEOLITE DAN APLIKASINYA  
SEBAGAI KATALIS REAKSI AQUA TERMOLISIS DALAM MENURUNKAN  
5 VISKOSITAS MINYAK BERAT**

**Bidang Teknik Invensi**

Invensi ini berkaitan dengan suatu metode pembuatan material nano zeolite, dimana material tersebut digunakan sebagai katalis untuk menurunkan viskositas minyak berat melalui reaksi aqua termolisis. Lebih khusus invensi ini dicirikan menggunakan energi gelombang mikro yang dapat mempercepat proses pertumbuhan kristal dan energi ultrasonik yang dapat mereduksi ukuran partikel.

15

**Latar Belakang Invensi**

Berdasarkan karakteristik fisiknya, minyak total dunia terdiri dari minyak konvensional 30% dan minyak non-konvensional 70%. Minyak non-konvensional terdiri dari minyak berat, minyak ekstra berat dan bitumen. Minyak konvensional memiliki range viskositas 1 cP - 10 cP, sedangkan minyak non-konvensional memiliki range viskositas kurang dari 20 cP sampai 1.000.000 cP. Karakteristik minyak berat dengan viskositas tinggi disebabkan adanya molekul heteroatom antara lain oksigen, nitrogen dan sulfur. Penurunan viskositas menjadi

25

salah satu indikator kualitas minyak berat semakin meningkat. Salah satu metode yang telah banyak digunakan dalam produksi minyak berat dengan bantuan panas diantaranya melalui reaksi aqua termolisis.

5           Injeksi uap panas pada reaksi aqua termolisis akan menghasilkan reaksi antara uap panas dengan minyak berat sehingga dapat menurunkan viskositas minyak berat agar proses produksi menjadi lebih mudah. Penurunan viskositas terjadi akibat adanya pemutusan ikatan molekul heteroatom pada minyak  
10 berat pada reaksi aqua termolisis sehingga kualitas minyak berat akan meningkat. Penelitian yang telah dilakukan menggunakan katalis untuk meningkatkan efisiensi selama reaksi aqua termolisis berlangsung. Katalis dapat menurunkan energi aktivasi reaksi sehingga reaksi aqua termolisis dapat  
15 berlangsung menjadi lebih cepat dan efisien. Pada umumnya, katalis yang dapat digunakan dalam menurunkan viskositas minyak berat melalui reaksi aqua termolisis adalah katalis yang dapat terlarut dalam air dan minyak. Namun, jenis katalis tersebut memiliki kelemahan yaitu sulit dipisahkan dengan  
20 hasil produk sehingga membutuhkan biaya yang besar.

          Zeolit merupakan salah satu katalis yang efektif digunakan dalam reaksi aqua termolisis. Beberapa keunggulan zeolit yaitu memiliki selektivitas yang tinggi, luas permukaan besar dan adanya situs asam (bronsted dan lewis) sebagai donor  
25 hidrogen yang berfungsi dalam proses hidrogenasi selama reaksi

aqua termolisis. Proses hidrogenasi akan mencegah terjadinya polimerisasi ikatan rantai karbon pada minyak berat. Zeolit dapat diperoleh dialam maupun disintesis secara kimia. Namun, zeolit alam biasanya mengandung pengotor organik yang dapat  
5 berbentuk kristal maupun amorf sehingga dibutuhkan suatu metode untuk meningkatkan kualitas zeolit alam tersebut. Metode yang telah dikembangkan dalam aktivasi zeolit alam yaitu dengan cara memberikan perlakuan panas. Zeolit alam umumnya memiliki ukuran partikel yan besar sehingga untuk aplikasinya  
10 harus dilakukan milling terlebih dahulu untuk mereduksi ukuran partikel. Oleh karena itu, zeolit sintetis dijadikan sebagai salah satu alternatif dalam perkembangan katalis. Zeolit sintetis memiliki kristalinitas lebih baik dan tidak adanya pengotor dibandingkan zeolit alam.

15       Sebelumnya, telah dilakukan penelitian tentang zeolit sintetis menggunakan bantuan microwave dengan efisiensi katalitik terbesar yaitu 79,4 %. Pemanasan energi microwave membantu membentuk struktur kristal yang lebih homogen, mempercepat laju reaksi, dan berpengaruh terhadap laju  
20 kristalisasi. Namun, penelitian tersebut mendapatkan ukuran partikel rata-rata 243,9 nm sehingga pada penelitian ini dilakukan pembuatan zeolit menggunakan bantuan gelombang ultrasonik dengan tujuan memperkecil ukuran partikel. Dengan memperkecil ukuran partikel, diharapkan luas permukaan katalis  
25 zeolit akan semakin besar sehingga katalis akan lebih efektif

dalam menurunkan viskositas minyak berat. Gelombang ultrasonik akan menghasilkan kavitasi akustik dimana adanya gelembung gas didalam medium akibat siklus tekanan yaitu kompresi (tekanan tinggi) dan regangan (tekanan rendah) secara bergantian. Pada  
5 gelombang ultrasonik akan terjadi getaran partikel dalam medium. Getaran tersebut akan terjadi pada semua intensitas sehingga menyebabkan beberapa efek mekanik terhadap partikel.

Tujuan invensi ini adalah menyediakan suatu metode pembuatan material nano zeolit yang digunakan sebagai katalis  
10 untuk menurunkan viskositas minyak berat melalui reaksi aqua termolisis dimana metode tersebut mudah dilakukan menggunakan bantuan gelombang ultrasonik dan mikro sehingga memiliki sifat katalitik, ukuran partikel yang kecil, struktur pori, selektivitas dan stabilitas tinggi dan luas permukaan BET  
15 mencapai 300 m<sup>2</sup>/g.

### **Ringkasan Invensi**

Sesuai invensi ini disediakan suatu metode pembuatan material nano zeolit sebagai katalis pada reaksi aqua  
20 termolisis untuk menurunkan viskositas minyak berat. Material nano zeolit ini relatif mudah dibuat menggunakan bantuan gelombang mikro dan ultrasonik. Tahap pembuatannya yaitu : Melarutkan sodium hidroksida (NaOH) kedalam air kemudian tambahkan NaAlO<sub>2</sub> dan Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> yang selanjutnya diaduk sampai  
25 tercampur secara merata; Memberikan perlakuan gelombang

ultrasonik untuk memperkecil ukuran partikel zeolit dan gelombang mikro untuk mempercepat pertumbuhan kristal zeolit; Menempatkan larutan pada sebuah botol polypropylene (PP) untuk perlakuan waktu pemeraman; Mencuci larutan sampai pH~8 dan  
5 mengeringkan sampel pada suhu 60 °C selama 24 jam agar diperoleh material serbuk zeolit.

### **Uraian Gambar**

Agar invensi dapat dijelaskan sepenuhnya, maka perwujudan  
10 invensi akan diuraikan secara terperinci dengan mengacu pada gambar-gambar yang menyertai. **Gambar 1** memperlihatkan ilustrasi tahap pembuatan material nano zeolit menggunakan bantuan energi gelombang mikro dan ultrasonik sampai tahap pengujian katalitik.

15 **Gambar 2** memperlihatkan hasil uji XRD dari material nano zeolit berukuran nanometer yang divariasikan waktu pemeraman.

**Gambar 3** memperlihatkan hasil uji SEM material nano zeolite dan distribusi partikel pada variasi waktu pemeraman 7 hari dan 28 hari.

20 **Gambar 4** memperlihatkan perbandingan hasil uji katalitik melalui reaksi aqua termolisis menggunakan air dan zeolit berukuran nanometer dengan berbagai variasi waktu pemeraman.

**Gambar 5** memperlihatkan perbandingan hasil uji FTIR minyak berat sebelum reaksi aqua termolisis dan setelah reaksi

dengan katalis material zeolit berukuran nanometer pada berbagai variasi waktu pemeraman.

**Gambar 6** memperlihatkan perbandingan hasil pengukuran pour point minyak berat tanpa melalui reaksi aqua termolisis dan setelah melalui reaksi aqua termolisis.

### **Uraian Lengkap Invensi**

Invensi ini dilatarbelakangi oleh kebutuhan minyak dunia yang terus meningkat sehingga membutuhkan alternatif dalam memenuhi permintaan minyak dunia. Berdasarkan karakteristik fisiknya, minyak dunia terdiri dari minyak konvensional 30% dan minyak non-konvensional 70%. Minyak non-konvensional terdiri dari minyak berat, minyak ekstra berat dan bitumen. Minyak konvensional memiliki range viskositas 1 cP - 10 cP, sedangkan minyak non-konvensional memiliki range viskositas kurang dari 20 cP sampai 1.000.000 cP. Karakteristik minyak berat dengan viskositas tinggi disebabkan adanya molekul heteroatom antara lain oksigen, nitrogen dan sulfur. Pada umumnya, minyak yang telah banyak diproduksi oleh perusahaan minyak adalah jenis minyak konvensional karena minyak tersebut lebih cenderung mudah di produksi sehingga membutuhkan biaya yang relatif terjangkau.

Penurunan viskositas menjadi salah satu indikator kualitas minyak berat semakin meningkat. Kualitas minyak berat dapat meningkat dengan cara menurunkan viskositas. Salah satu

metode yang telah banyak digunakan dalam produksi minyak berat dengan bantuan panas yaitu melalui reaksi aqua termolisis. Injeksi uap panas pada reaksi aqua termolisis akan menghasilkan reaksi antara uap panas dengan minyak berat sehingga dapat  
5 menurunkan viskositas minyak berat agar proses produksi menjadi lebih mudah. Energi panas sangat berpengaruh terhadap produksi minyak berat karena semakin tinggi suhu saat prosesnya menyebabkan produksi semakin mudah dan lebih cepat. Penurunan viskositas terjadi akibat adanya pemutusan ikatan molekul  
10 heteroatom pada minyak berat pada reaksi aqua termolisis sehingga kualitas minyak berat akan meningkat.

Penggunaan katalis telah dilakukan untuk meningkatkan efisiensi reaksi dalam proses aqua termolisis. Katalis dapat menurunkan energi aktivasi reaksi sehingga reaksi aqua  
15 termolisis dapat berlangsung menjadi lebih cepat dan efisien. Katalis mempunyai jenis yang berbeda-beda berdasarkan penggunaannya antara lain katalis mineral, katalis terlarut air, katalis terlarut minyak dan katalis terdispersi. Secara umum, katalis yang dapat digunakan dalam menurunkan viskositas  
20 minyak berat melalui reaksi aqua termolisis adalah katalis yang dapat terlarut dalam air dan minyak. Namun, jenis katalis tersebut memiliki kelemahan yaitu sulit dipisahkan dengan hasil produk sehingga membutuhkan biaya yang besar.

Zeolit merupakan salah satu katalis yang efektif  
25 digunakan dalam reaksi aqua termolisis. Beberapa keunggulan

zeolit yaitu memiliki selektivitas yang tinggi, luas permukaan besar dan adanya situs asam (bronsted dan lewis) sebagai donor hidrogen yang berfungsi dalam proses hidrogenasi selama reaksi aqua termolisis. Proses hidrogenasi akan mencegah terjadinya polimerisasi ikatan rantai karbon pada minyak berat. Zeolit dapat diperoleh dialam maupun disintesis secara kimia. Zeolit alam memiliki jenis yang berbeda tergantung dengan wilayahnya seperti zeolit tipe heulandite dari Bogor, zeolit tipe mordenite dan clinoptilolite dari Bayah, dan zeolit tipe mordenite, cristobalite dan albite dari Lampung. Namun, zeolit alam biasanya mengandung pengotor organik yang dapat berbentuk kristal maupun amorf sehingga dibutuhkan suatu metode untuk meningkatkan kualitas zeolit alam tersebut. Metode yang telah dikembangkan dalam aktivasi zeolit alam yaitu dengan cara memberikan perlakuan panas. Zeolit alam umumnya memiliki ukuran partikel yang besar sehingga untuk aplikasinya harus dilakukan milling terlebih dahulu untuk mereduksi ukuran partikel. Oleh karena itu, zeolit sintetis dijadikan sebagai salah satu alternatif dalam perkembangan katalis. Zeolit sintetis memiliki kristalinitas lebih baik dan tidak adanya pengotor dibandingkan zeolit alam.

Zeolit memiliki waktu yang cukup lama dalam proses kristalisasi sehingga dalam metode pembuatannya dibutuhkan bantuan gelombang mikro dan ultrasonik. Pemanasan menggunakan bantuan gelombang mikro dapat membantu pembentukan struktur



kristal yang lebih homogen, mempercepat laju reaksi dan kristalisasi. Gelombang ultrasonik akan menyebabkan kristalisasi lebih cepat serta dapat memperkecil ukuran partikel zeolit sehingga luas permukaan katalis zeolit akan  
5 semakin besar. Reaksi katalitik terjadi pada permukaan katalis sehingga semakin besar luas permukaannya maka katalis akan lebih efektif dalam menurunkan viskositas minyak berat. Pada gelombang ultrasonik akan terjadi getaran partikel dalam medium. Getaran tersebut akan terjadi pada semua intensitas  
10 sehingga menyebabkan percepatan partikel, getaran, tekanan dan gaya gesek terhadap partikel yang akan berguna dalam memperkecil ukuran partikel dan menjaga agar tidak terjadi aglomerasi.

Invensi ini menyediakan suatu metode pembuatan material  
15 nano zeolit yang digunakan sebagai katalis untuk menurunkan viskositas minyak berat melalui reaksi aqua termolisis dimana pembuatan material tersebut relatif mudah dilakukan menggunakan bantuan gelombang ultrasonik dan mikro sehingga memiliki sifat katalitik, ukuran partikel yang kecil, struktur  
20 pori, selektivitas dan stabilitas tinggi dan luas permukaan BET hingga 300 m<sup>2</sup>/g.

**Gambar 1** menunjukkan ilustrasi tahap pembuatan material zeolit menggunakan bantuan gelombang mikro dan ultrasonik yaitu diawali dengan (1) melarutkan sodium hidroksida (NaOH)  
25 kedalam air kemudian tambahkan NaAlO<sub>2</sub> dan Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> yang

selanjutnya diaduk sampai tercampur secara merata;  
(2) Memberikan perlakuan gelombang ultrasonik untuk memperkecil  
ukuran partikel zeolit dan gelombang mikro untuk mempercepat  
pertumbuhan kristal zeolit; (4) Menempatkan larutan pada sebuah  
5 botol polypropylene (PP) untuk perlakuan waktu pemeraman;  
Mencuci larutan sampai pH~8; dan (5) Mengeringkan sampel pada  
suhu 60 °C selama 24 jam agar diperoleh material serbuk zeolit.

**Gambar 1** juga menunjukkan tapan pengujian katalis melalui  
reaksi aqua termolisis. Metode ini menggunakan autoklaf yang  
10 ditutup rapat pada sebuah oven sehingga dapat dijadikan  
simulasi lapangan yang membutuhkan tekanan dan temperatur  
tinggi. Sebelum melalui reaksi tersebut, katalis yang telah  
dilarutkan dalam air diberi gelombang ultrasonik; mencampurkan  
larutan katalis zeolit dengan minyak berat pada sebuah autoklaf  
15 yang terbuat dari stainless steel berisi tabung teflon dengan  
volume maksimal 131,88 ml. Autoklaf harus ditutup dan rapat  
agar reaksi aqua termolisis dapat berlangsung dengan baik dan  
dapat meminimalisir kebocoran akibat tekanan dan temperatur  
yang tinggi. Pemanasan dilakukan didalam oven pada temperatur  
20 200 °C selama 6 jam. Dan tahap selanjutnya uji katalitik  
menggunakan Viscometer Brookfield tipe DV-I Prime. Alat ini  
memiliki bagian spindle yang bisa diganti sesuai besarnya range  
viskositas yang akan diuji. Selain itu, dilakukan pula uji  
Fourier Transform-Infra Red (FT-IR) Bruker Alpha untuk

menganalisis perubahan struktur ikatan minyak berat setelah ditambahkan katalis.

**Gambar 2** menunjukkan hasil uji menggunakan X-Ray Diffraction (XRD). Waktu pemeraman sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan kristal. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 2 yang menunjukkan bahwa pada sampel dengan waktu pemeraman 5, 7 dan 28 hari memiliki fasa kristal yang sesuai dengan database PDF (Powder Diffraction File) 00-012-0246 yang menyatakan bahwa adanya fasa kristal zeolit faujasite-Na. Sedangkan puncak lainnya menunjukkan adanya fasa zeolit-y dengan database PDF 00-026-0893. Kristal zeolit muncul setelah dilakukan waktu pemeraman 5 hari. Zeolit dengan waktu pemeraman 7 dan 28 hari memiliki kristalisasi yang sama. Pertumbuhan kristal zeolit pada temperatur ruang terbentuk sempurna setelah 28 hari dan berhenti pada waktu 40 hari. Namun dalam penelitian ini, kristal zeolit dapat tumbuh setelah waktu pemeraman 5 hari yang dimungkinkan karena adanya bantuan gelombang mikro dan ultrasonik sehingga proses pertumbuhan/nukleasi menjadi lebih cepat. Intensitas tertinggi kristal zeolite terlihat pada puncak  $2\theta$  pada kisaran  $30^{\circ}$ - $32^{\circ}$ . Puncak-puncak lemah juga teramati pada  $2\theta \sim 50 - 55^{\circ}$  yang sesuai dengan fasa zeolite-Y (PDF 00-026-0893).

Meskipun kristal zeolit sudah mengalami pertumbuhan kristal saat waktu pemeraman 5 hari, namun efisiensi katalitik

minyak berat juga dipengaruhi oleh faktor lain yaitu ukuran partikel dan luas permukaan.

**Tabel 1.** Perbandingan ukuran partikel dan luas permukaan

Waktu Pemeraman Zeolit (Hari)	Ukuran rata-rata Partikel (nm)	Luas Permukaan (m <sup>2</sup> /g)
5	110	90
7	82	300
28	420	100

5        **Tabel 1** menunjukkan hasil uji menggunakan Scanning  
Electron Microscopy (SEM) dan Brunauer-Emmet-Teller (BET)  
dimana masing-masing uji bertujuan untuk mengetahui ukuran  
partikel rata-rata dan luas permukaan dari zeolit. Secara  
teori, semakin kecil ukuran partikel maka akan memiliki luas  
10 permukaan yang semakin besar jika memiliki kepadatan pori yang  
sama. Hasil uji SEM pada **Gambar 3** menunjukkan bahwa zeolit  
yang disintesis memiliki ukuran nanometer dengan ukuran  
partikel terkecil 82 nm pada sampel dengan waktu pemeraman 7  
hari. Sedangkan untuk hasil uji BET diperoleh luas permukaan  
15 terbesar terdapat pada sampel dengan waktu pemeraman 7 hari  
yaitu mencapai 300 m<sup>2</sup>/g. Kedua hasil uji tersebut sesuai teori  
dimana ukuran partikel berpengaruh terhadap besarnya luas  
permukaan dari masing-masing sampel zeolit yang divariasikan.

20 Selanjutnya dilakukan uji katalitik dari zeolit dalam  
minyak berat melalui reaksi aqua termolisis pada suhu 200 °C

selama 6 jam. Pengujian sifat katalitik merupakan suatu metode yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan suatu katalis dalam proses Enhanced Oil Recovery (EOR). Sebelum dilakukan pengujian menggunakan viskometer, Sampel Minyak berat dan katalis direaksikan melalui reaksi aqua termolisis. Reaksi aqua termolisis merupakan salah satu metode EOR menggunakan suhu dan tekanan. **Gambar 4** menunjukkan besarnya efisiensi katalitik pada minyak berat yang diukur pada suhu 70 °C setelah adanya penambahan katalis melalui reaksi aqua termolisis.

10 Persentase efisiensi katalitik pada minyak berat paling efektif menggunakan katalis zeolit dengan waktu pemeraman 7 hari. Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Umam dkk, 2017 memperoleh efisiensi tertinggi sebesar 79,4 %. Hal ini menunjukkan bahwa zeolit yang disintesis pada penelitian

15 ini memiliki efisiensi katalitik lebih tinggi yaitu sebesar 81,5 %. Selanjutnya dilakukan karakterisasi menggunakan FTIR untuk melihat ikatan yang terdapat pada minyak berat akibat penggunaan katalis pada reaksi aqua termolisis.

Berdasarkan **Gambar 5** terlihat bahwa berkurangnya puncak transmitansi menunjukkan adanya pemutusan ikatan N-H pada bilangan gelombang 3350-3500  $\text{cm}^{-1}$ . Pemutusan ikatan tersebut mengakibatkan adanya donor hidrogen berupa  $\text{H}^+$  yang berfungsi pada proses hidrogenasi selama reaksi aqua termolisis. Terjadinya pemutusan ikatan pada rentang bilangan gelombang

25 tersebut mengindikasikan bahwa ikatan molekul pada minyak

berat yang besar menjadi lebih kecil menyebabkan viskositas menjadi berkurang. Puncak transmitansi pada bilangan gelombang saturated C-H ( $2800-2950\text{ cm}^{-1}$ ) dan Aromatic C-H ( $1350-1480\text{ cm}^{-1}$ ) mengalami peningkatan yang menunjukkan bahwa adanya proses hidrogenasi dimana donor hidrogen didapatkan dari hasil pemutusan ikatan N-H. Proses hidrogenasi juga terjadi pada ikatan C-H di bilangan gelombang  $785\text{ cm}^{-1}$  yang terlihat dari adanya puncak transmitansi yang semakin tinggi. Peningkatan puncak-puncak transmitansi juga terjadi pada ikatan saturate C-H dan C-H aromatik menunjukkan bahwa kualitas minyak berat semakin baik. Hal ini dikarenakan tingginya kadar saturasi pada minyak berat mengindikasikan adanya fraksi titik dididk yang lebih rendah. Berkurangnya puncak transmitasi pada bilangan gelombang  $1620-1680\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya pemutusan ikatan C=O. Ikatan C=O merupakan salah satu rantai utama hidrokarbon yang memiliki karakteristik viskositas tinggi. Pemutusan rantai utama hidrokarbon C-S, C-N, C-O dan C-C menyebabkan pemutusan/pengurangan berat molekul polimernya sehingga viskositas minyak berat menjadi turun. Energi pemutusan ikatan harus lebih besar dibandingkan energi ikat dari ikatan molekul tersebut.

**Gambar 6** menunjukkan nilai *pour point* yang merupakan temperatur terendah dari suatu minyak dan menunjukkan jumlah parafin (alkana) rantai panjang terutama dalam rentang 16-60 atom karbon. Pour Point ditetapkan sebagai minyak berhenti

mengalir. Terlihat bahwa adanya katalis dalam reaksi aqua termolisis mampu menurunkan pour point minyak berat. Hal ini mengindikasikan bahwa tekanan dan suhu yang tinggi pada aqua termolisis menyebabkan pour point minyak berat turun.

5

**Klaim**

1. Suatu metode pembuatan material nano zeolite yang digunakan sebagai katalis dalam reaksi aqua termolisis dengan menggunakan energi gelombang mikro dan ultrasonik.
2. Suatu material nano zeolit yang diperoleh sesuai dengan klaim 1, dimana gelombang mikro berfungsi untuk mempercepat proses pertumbuhan kristal zeolit mencapai 90% dibandingkan metode konvensional.
3. Suatu material nano zeolit yang diperoleh sesuai dengan klaim 1, dimana ultrasonik dapat membantu mereduksi ukuran partikel nano zeolit agar memiliki luas permukaan yang besar.
4. Suatu material nano zeolit yang diperoleh sesuai dengan klaim 1, dimana material tersebut memiliki ukuran partikel rata-rata 82 nm dengan luas permukaan BET sebesar 300 m<sup>2</sup>/g.
5. Suatu material nano zeolite yang diperoleh sesuai dengan klaim 1, dimana intensitas tertinggi kristal zeolite terlihat pada puncak  $2\theta$  pada kisaran 30°-32°.

6. Suatu material nano zeolit yang diperoleh sesuai dengan klaim 1 digunakan sebagai katalis dalam reaksi aqua termolisis, dimana memiliki efisiensi katalitik sebesar 81,5 % dalam menurunkan viskositas minyak berat.
- 5 7. Suatu material nano zeolit yang diperoleh sesuai dengan klaim 1, dimana zeolit dapat memutuskan ikatan hidrokarbon pada minyak berat.
8. Suatu metode pembuatan nano zeolit sebagai katalis yang digunakan untuk menurunkan viskositas minyak berat seperti  
10 pada klaim 1, dimana memiliki tahapan pembuatan sebagai berikut :
- a. Melarutkan sodium hidroksida (NaOH) kedalam air kemudian tambahkan  $\text{NaAlO}_2$  dan  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  yang selanjutnya diaduk sampai tercampur secara merata;
  - 15 b. Memberi perlakuan pemanasan gelombang ultrasonik untuk memperkecil ukuran partikel zeolit dan gelombang mikro untuk mempercepat pertumbuhan kristal zeolit;
  - c. Memberi perlakuan waktu pemeraman;
  - d. Mencuci larutan sampai pH  $\sim$  8 dan mengeringkan sampel  
20 pada suhu 60 °C selama 24 jam.
9. Suatu metode pembuatan nano zeolit sebagai katalis dalam reaksi aqua termolisis seperti pada klaim 1, dimana pada tahap perlakuan gelombang ultrasonik selama 60 menit dan gelombang mikro selama 5 menit.





Abstrak

**METODE PEMBUATAN MATERIAL NANO ZEOLITE DAN APLIKASINYA  
SEBAGAI KATALIS REAKSI AQUA TERMOLISIS DALAM MENURUNKAN  
5 VISKOSITAS MINYAK BERAT**

Invensi ini berkaitan dengan suatu metode pembuatan material nano zeolite yang digunakan sebagai katalis untuk menurunkan viskositas minyak berat melalui reaksi aqua termolisis. Lebih khusus invensi ini dicirikan menggunakan energi gelombang mikro yang dapat mempercepat proses pertumbuhan kristal dan energy ultrasonik yang dapat mereduksi ukuran partikel. Pengembangan metode pembuatan nano zeolit menggunakan bantuan pemanasan gelombang mikro dan ultrasonik merupakan salah satu alternatif untuk mempercepat kristalisasi.

Metode pembuatan material nano zeolit diawali dengan pencampuran prekursor untuk diberi pemanasan gelombang mikro dan ultrasonik. Penggunaan gelombang mikro dapat meningkatkan laju kristalisasi mencapai 90% dibandingkan metode konvensional. Penggunaan gelombang ultrasonik dimana getaran gelombang dapat menyebabkan beberapa efek mekanik terhadap partikel sehingga dapat mereduksi ukuran partikel. Nano zeolit kemudian diuji menggunakan XRD, SEM dan BET untuk memperoleh informasi pembentukan kristal, ukuran partikel dan luas

permukaan. Intensitas tertinggi kristal zeolite terlihat pada puncak  $2\theta$  pada kisaran  $30^{\circ}$ - $32^{\circ}$ . Zeolit dengan waktu pemeraman 7 hari memiliki ukuran partikel terkecil 82 nm dengan luas permukaan terbesar yaitu  $300 \text{ m}^2/\text{g}$ . Hasil pengujian katalitik 5 menunjukkan bahwa material zeolit memiliki efisiensi 81,5 % dalam menurunkan viskositas minyak berat.



REPUBLIK INDONESIA  
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

## SERTIFIKAT PATEN

Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia atas nama Negara Republik Indonesia berdasarkan Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2016 tentang Paten, memberikan hak atas Paten kepada:

Nama dan Alamat Pemegang Paten : INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG  
Divisi HaKI dan Hukum LPIK ITB  
Jl. Ganesa No 15 F Bandung

Untuk Invensi dengan Judul : METODE PEMBUATAN MATERIAL NANO ZEOLITE DAN APLIKASINYA SEBAGAI KATALIS REAKSI AQUA TERMOLISIS DALAM MENURUNKAN VISKOSITAS MINYAK BERAT

Inventor : FERRY ISKANDAR  
NUR AFIFAH ZEN  
AKFINY HASDI AIMON

Tanggal Penerimaan : 30 November 2018

Nomor Paten : IDP000076462

Tanggal Pemberian : 26 April 2021

Perlindungan Paten untuk invensi tersebut diberikan untuk selama 20 tahun terhitung sejak Tanggal Penerimaan (Pasal 22 Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2016 tentang Paten).

Sertifikat Paten ini dilampiri dengan deskripsi, klaim, abstrak dan gambar (jika ada) dari invensi yang tidak terpisahkan dari sertifikat ini.



a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA  
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL

Dr. Freddy Harris, S.H., LL.M., ACCS.  
NIP. 196611181994031001

(12) PATEN INDONESIA

(11) IDP000076462 B

(19) DIREKTORAT JENDERAL  
KEKAYAAN INTELEKTUAL

(45) 26 April 2021

(1) Klasifikasi IPC<sup>8</sup> : B 01D 53/00(2006.01)  
(2) No. Permohonan Paten : P00201809884  
Tanggal Penerimaan: 30 November 2018

Data Prioritas :  
(31) Nomor (32) Tanggal (33) Negara

Tanggal Pengumuman: 14 Juni 2019

Dokumen Pemandang:

Merissa, Shanti et al., " Preliminary Study of Natural Zeolite as Catalyst for Decreasing the Viscosity of Heavy Oil" Padjadjaran International Physics Symposium 2013 (PIPS-2013) AIP Conf. Proc. 1554, 131-134 (2013); doi: 10.1063/1.4820302  
K. Maity et al., Catalytic Aquathermolysis Used for Viscosity Reduction of Heavy Crude Oils: A Review", Energy Fuels 2010, 24, 209-2816 : DOI:10.1021/ef100230k Published on Web 23/2010.  
3464239  
1186659  
522828

(71) Nama dan Alamat yang Mengajukan Permohonan Paten :  
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG  
Divisi HaKI dan Hukum LPIK ITB  
Jl. Ganesa No 15 F Bandung

(72) Nama Inventor :  
FERRY ISKANDAR, ID  
NUR AFIFAH ZEN, ID  
AKFINY HASDI AIMON, ID

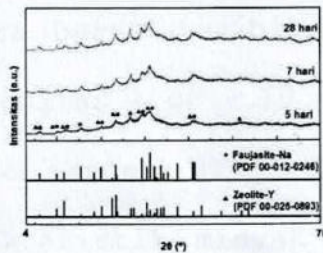
(74) Nama dan Alamat Konsultan Paten :

Pemeriksa Paten : Rani Nuradi, S.Si.

Jumlah Klaim : 4

Invensi : METODE PEMBUATAN MATERIAL NANO ZEOLITE DAN APLIKASINYA SEBAGAI KATALIS REAKSI AQUA TERMOLISIS DALAM MENURUNKAN VISKOSITAS MINYAK BERAT

Abstrak:  
Invensi ini berkaitan dengan suatu metode pembuatan material nano zeolite yang digunakan sebagai katalis untuk menurunkan viskositas minyak berat melalui reaksi aqua termolisis. Lebih khusus invensi ini dicirikan menggunakan energi gelombang mikro yang dapat mempercepat proses pertumbuhan kristal dan energy ultrasonik yang dapat mereduksi ukuran partikel. Pengembangan metode pembuatan nano zeolit menggunakan bantuan pemanasan gelombang mikro dan ultrasonik merupakan salah satu alternatif untuk mempercepat kristalisasi.  
Pembuatan material nano zeolit diawali dengan pencampuran prekursor untuk diberi pemanasan gelombang mikro dan ultrasonik. Pemanasan gelombang mikro dapat meningkatkan laju kristalisasi mencapai 90% dibandingkan metode konvensional. Penggunaan ultrasonik dimana getaran gelombang dapat menyebabkan beberapa efek mekanik terhadap partikel sehingga dapat mereduksi ukuran partikel. Nano zeolit kemudian diuji menggunakan XRD, SEM dan BET untuk memperoleh informasi pembentukan kristal, ukuran partikel dan luas permukaan. Intensitas tertinggi kristal zeolite terlihat pada puncak  $2\theta$  pada kisaran  $30^{\circ}$ - $32^{\circ}$ . Zeolit dengan waktu pembuatan 7 hari memiliki ukuran partikel terkecil 82 nm dengan luas permukaan terbesar yaitu  $300 \text{ m}^2/\text{g}$ . Hasil pengujian katalitik menunjukkan bahwa material zeolit memiliki efisiensi 81,5 % dalam menurunkan viskositas minyak berat.



Gambar 2



PAPER NAME

**Paten Zeolite .pdf**

WORD COUNT

**3138 Words**

CHARACTER COUNT

**20047 Characters**

PAGE COUNT

**19 Pages**

FILE SIZE

**166.3KB**

SUBMISSION DATE

**Jul 28, 2022 8:25 AM GMT+7**

REPORT DATE

**Jul 28, 2022 8:25 AM GMT+7****● 6% Overall Similarity**

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

- 4% Internet database
- 0% Publications database
- Crossref database
- Crossref Posted Content database
- 4% Submitted Works database

**● Excluded from Similarity Report**

- Manually excluded sources

● **6% Overall Similarity**

Top sources found in the following databases:

- 4% Internet database
- Crossref database
- 4% Submitted Works database
- 0% Publications database
- Crossref Posted Content database

TOP SOURCES

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	<b>core.ac.uk</b> Internet	<1%
2	<b>123dok.com</b> Internet	<1%
3	<b>School of Business and Management ITB on 2019-07-24</b> Submitted works	<1%
4	<b>repository.its.ac.id</b> Internet	<1%
5	<b>Universitas Riau on 2020-12-23</b> Submitted works	<1%
6	<b>School of Business and Management ITB on 2019-06-20</b> Submitted works	<1%
7	<b>School of Business and Management ITB on 2019-09-04</b> Submitted works	<1%
8	<b>School of Business and Management ITB on 2021-08-05</b> Submitted works	<1%

9	<b>docobook.com</b> Internet	<1%
10	<b>Defense University on 2020-01-23</b> Submitted works	<1%
11	<b>scribd.com</b> Internet	<1%
12	<b>Repository.nwu.ac.za</b> Internet	<1%
13	<b>digilib.unhas.ac.id</b> Internet	<1%
14	<b>eprints.unm.ac.id</b> Internet	<1%



● Excluded from Similarity Report

- Manually excluded sources

---

EXCLUDED SOURCES

**informatika.uin-malang.ac.id**

Internet

**8%**