

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 kavitasasi 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 m²/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 NaAlO₂ dan Na₂SiO₃ 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 m²/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 NaAlO₂ dan Na₂SiO₃ 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 2θ pada kisaran 30° - 32° . 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 ² /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 m²/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 cm^{-1} . Pemutusan ikatan tersebut mengakibatkan adanya donor hidrogen berupa 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 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 didid 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 m²/g.
5. Suatu material nano zeolite yang diperoleh sesuai dengan klaim 1, dimana intensitas tertinggi kristal zeolite terlihat pada puncak 2θ 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 NaAlO_2 dan Na_2SiO_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 2θ pada kisaran 30° - 32° . 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.