

Sintesis Nanopartikel Adsorben Desulfurisasi Berbasis Besi Oksida dan Aplikasinya pada Peningkatan Kualitas Gas Bumi

Oleh: Lisna Rosmayati¹⁾, Yayun A¹⁾, Edi W²⁾ dan Yusep K. Caryana²⁾

Pengkaji Teknologi¹⁾, Peneliti Muda²⁾ pada Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi "LEMIGAS"
Jl. Ciledug Raya Kav. 109, Cipulir, Kebayoran Lama, P.O. Box 1089/JKT, Jakarta Selatan 12230 INDONESIA
Teregistrasi I Tanggal 19 Mei 2009; Diterima setelah perbaikan tanggal 6 Nopember 2009

Disetujui terbit tanggal: 3 Desember 2009

S A R I

Kandungan zat pengotor dalam gas bumi yang seringkali menjadi permasalahan karena dampak negatif yang ditimbulkannya dan pengaruhnya terhadap penurunan kualitas gas bumi. Salah satu zat pengotor dalam gas bumi adalah senyawa hidrogen sulfida (H_2S) yang berpotensi menyebabkan korosivitas pada sistem perpipaan dan peralatan gas bumi karena hidrogen sulfida (H_2S) dengan adanya H_2O akan membentuk senyawa H_2SO_4 atau H_2SO_3 yang bersifat asam. Selain itu, hidrogen sulfida (H_2S) juga dapat mempercepat pembentukan hidrat gas dan meracuni aktivitas katalis dalam proses reaksi hidrokarbon. Salah satu cara untuk mengeliminasi H_2S dalam gas bumi adalah teknik desulfurisasi, yaitu menggunakan adsorben berbasis besi oksida. Sifat adsorben berbasis besi oksida (Fe_2O_3) dengan partikel nano memiliki jumlah dan luas permukaan yang besar, sehingga dapat menurunkan kandungan H_2S hingga konsentrasi tertentu dengan laju reaksi yang relatif cepat. Reaksi H_2S dengan Fe_2O_3 akan menghasilkan senyawa besi sulfida yang dapat diregenerasi. Teknik ini dapat diaplikasikan pada gas bumi yang mengandung H_2S dengan konsentrasi rendah (300 ppm). Sintesis nanopartikel adsorben berbasis besi oksida diketahui memiliki kapasitas adsorpsi yang cukup besar, sehingga dapat menurunkan kandungan H_2S hingga konsentrasi tertentu dengan laju reaksi yang relatif cepat. Pembuatan nano partikel adsorben Fe_2O_3 dilakukan dengan menggunakan metode dekomposisi *thermal*.

ABSTRACT

The impurities in natural gas often initiate many problems due to the properties of the compounds and cause decrease of gas quality. Hydrogen Sulfide compound (H_2S) is one of the impurities that cause corrosive problems to the natural gas facilities and gas pipeline system. Hydrogen Sulfide compound (H_2S) reacts with H_2O to form hydrogen sulfide acid which has corrosive characteristic. Another negative impact of H_2S compound, it can accelerate a hydrate gas formation and can poison the catalyst in hydrocarbon reaction process. A method for removing this compound from natural gas is by desulfurization technique. The desulfurization technique to remove H_2S utilizes Fe_2O_3 based adsorbent. Improving the adsorptive properties of the adsorbent is done by performing nano particle adsorbent. The nano particle adsorbent of Fe_2O_3 has a large quantity and surface area so that it will have a better performance in removing H_2S content with time relatively faster. Reaction of H_2S with Fe_2O_3 adsorbent will produce FeS compound that can be regenerated. This technique can be applied on natural gas which contains low concentration of H_2S . The nano particle of Fe_2O_3 adsorbent is synthesized by thermal decomposition method.

Key word: Synthesis, Desulfurization

I. PENDAHULUAN

Dalam rangka mendapatkan teknologi pemisahan kandungan zat pengotor dalam gas bumi yang efektif dan efisien, dengan berkembangnya pemanfaatan teknologi nano, maka perlu dikaji kemungkinan penggunaan teknologi nano untuk pemisahan kandungan zat pengotor dalam gas bumi.

H₂S adalah komponen nonhidrokarbon yang terkandung dalam gas bumi dan merupakan komponen yang tidak dikehendaki keberadaannya karena sifatnya yang merugikan seperti sifatnya yang korosif atau sifatnya yang dapat meracuni aktivitas katalis dalam proses reaksi hidrokarbon.

Ruang lingkup teknologi nano meliputi usaha dan konsep untuk menghasilkan material/bahan berskala nanometer, mengeksplorasi dan merekayasa karakteristik material/bahan tersebut, serta mendisain ulang material/bahan tersebut ke dalam bentuk, ukuran, dan fungsi yang diinginkan. Oleh karenanya, penguasaan teknologi nano tentu saja membutuhkan suatu pemahaman yang terintegrasi dari mulai pemahaman dasar keilmuan, teknik karakterisasi pendukung, serta teknik manipulasi bahan dan sistem untuk mencapai tujuan tersebut.

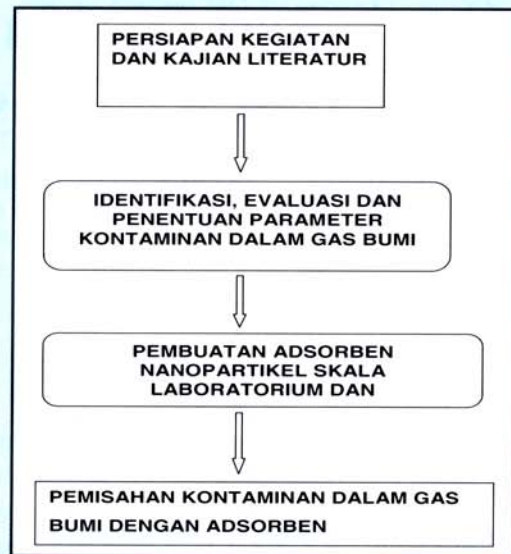
Teknologi nano dapat membantu meningkatkan kualitas gas bumi melalui terobosan baru di bidang ilmu molekular sehingga proses pemisahan minyak dan gas yang diproduksi dari dalam suatu reservoir dapat dicapai dengan cara lebih mudah. Selain itu dengan teknologi nano proses pemurnian produk minyak dan gas dari pengaturnya (*impurities*) dapat dilakukan dengan lebih efisien karena terjadi peningkatan pada daya adsorpsi pada adsorben yang digunakan sehingga diharapkan dengan proses yang tepat diperoleh produk migas yang lebih bersih.

II. METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dalam melakukan kajian ini adalah melalui tahapan sebagai berikut:

1. Identifikasi dan evaluasi teknologi pemisahan kontaminan gas pada industri gas bumi
2. Kajian literatur dan referensi
3. Pembuatan partikel nano dengan alat Ball Mill untuk teknik *Top-Down* dan sintesis Fe₂O₃ dengan dekomposisi termal untuk teknik *Bottom-Up*.

Tahapan kerja dapat dilihat pada Gambar 1

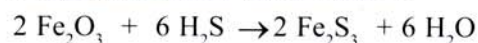


Gambar 1
Tahapan penelitian

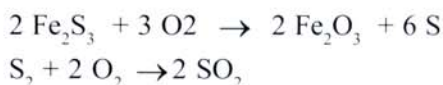
III. KARAKTERISTIK ADSORBEN

A. Reaksi adsorpsi H₂S dengan Fe₂O₃

Gas bumi sebelum dimanfaatkan baik sebagai bahan baku maupun bahan bakar, harus melewati tahap pemurnian terlebih dahulu karena mengandung beberapa pengotor, di antaranya adalah senyawa sulfur yaitu berupa H₂S, RSH dan RSSH atau COS. Dalam referensi Geus, J.W; Van der Wal, W.J.J, *Desulfurization of Synthesis Gas by Iron Oxide Absorbents*, 1985, salah satu proses pemurnian gas bumi adalah teknik desulfurisasi, yaitu mengeliminasi H₂S dengan menggunakan adsorben berbasis Fe₂O₃ berupa *Sponge* atau *Mixed Iron Oxide* yaitu adsorben yang mengandung Fe₂O₃.H₂O (TC-77). Proses ini dapat diaplikasikan pada gas bumi yang mengandung H₂S dengan konsentrasi rendah (300 ppm), pada tekanan operasi rendah sampai sedang (50–500 psig). Senyawa karbondioksida tidak dapat dihilangkan dari gas bumi dengan adsorben ini. Reaksi antara H₂S dengan besi oksida (Fe₂O₃) akan menghasilkan Besi sulfida dan air.



Reaksi ini membutuhkan air yang bersifat sedikit basa dan temperatur di bawah 110 °F. Besi sulfida yang dihasilkan dapat diregenerasi dengan oksidasi udara menghasilkan sulfur dan besi oksida (Fe₂O₃) regenerasi.



Tahap regenerasi harus dilakukan dengan hati-hati karena reaksi dengan oksigen merupakan reaksi eksotermis. Reaksi eksotermis adalah reaksi yang menghasilkan panas, dengan adanya aliran oksigen ke dalam senyawa besi sulfida dapat menimbulkan percikan api.

1. Sifat Adsorben berbasis Fe_2O_3

Secara umum adsorben harus mempunyai aktivitas yang baik dalam hal mengeliminasi senyawa sulfur. Adsorben harus mengandung sejumlah minimum besi oksida aktif agar dapat bekerja secara efisien. Tingkatan atau *grade* besi oksida aktif menunjukkan berat minimal besi oksida aktif per unit volume adsorben. Dari sejumlah isomorf besi (III) oksida, baik hidrat atau non hidrat, dua jenis yang paling aktif adalah bentuk hidrat alfa (*hematite*) dan gamma (*maghemite*) (α dan γ $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$). Masing-masing memiliki sifat kimia dan fisika yang khas, terutama yang langsung terlihat adalah warna, kemampuan menyerap, titik isoelektrik (pH) dan kemampuannya dalam melepaskan air. Keaktifan yang dimiliki oleh kedua bentuk ini ditentukan oleh struktur dan kandungan airnya, ukuran partikel, tekstur, porositas dan densitasnya.

2. Sifat Serapan

Sifat adsorben berbasis Fe_2O_3 diketahui memiliki kapasitas yang cukup besar untuk menarik senyawa pengotor H_2S dalam gas bumi, sehingga dapat menurunkan kandungan H_2S hingga konsentrasi tertentu dengan laju reaksi yang relative cepat. Adsorben juga harus memiliki sifat yang kuat dan regenerabilitasnya baik sehingga volume kebutuhannya relatif tidak banyak dan frekuensi penggantianannya tidak sering. Untuk memperoleh adsorben dengan daya serapan yang baik, harus diketahui terlebih dahulu struktur besi (III) oksida yang paling aktif.

3. Pengaruh kondisi operasi

a. Temperatur

Selain sifat adsorben, temperatur proses saat desulfurisasi juga sangat mempengaruhi keberhasilan pemisahan senyawa sulfur.

b. pH

Pengaruh pH terhadap proses desulfurisasi sangatlah penting. pH diatur sedemikian rupa sehingga

diperoleh pH optimum dalam mengeliminasi senyawa sulfur di dalam gas bumi.

IV. PEMBUATAN ADSORBEN DESULFURISASI BERBASIS BESI OKSIDA

A. Aplikasi Teknologi Nano

Secara definisi teknologi nano adalah desain, fabrikasi, karakterisasi dan pemanfaatan atas material, struktur dan piranti yang memiliki ukuran yang dapat dikategorikan setidaknya satu dimensi berukuran kurang satu hingga seratus nanometer ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$; $100 \text{ nm} = 10^{-7} \text{ m}$). Karena kebutuhan teknologi nano, nanomaterial dapat memiliki wujud yang berbeda-beda seperti *nanopowder*, *nanotube*, nanopolimer dan lain-lain. Terminologi untuk menyebut nanomaterial pun semakin meluas seperti nanopartikel, nanopori, nanokristal dan nanostruktur. Semua sebutan tersebut menggambarkan betapa pesatnya perkembangan penelitian di bidang ini.

Aplikasi teknologi nano ini telah mencakup berbagai bidang terapan, di antaranya bidang kesehatan, industri tekstil, kosmetika dan industri minyak dan gas bumi. Aplikasi teknologi nano pada bahan baku lokal dapat memberikan *added value* dan meningkatkan nilai ekonominya secara signifikan. Bahan baku Fe_3O_4 yang bersifat magnetik dan telah dipurifikasi menghasilkan besi oksida yang dapat digunakan untuk toner printer setelah dibuat partikel nano dan bahan baku industri hulu baja nasional. Pembuatan partikel nano adsorben berbasis besi oksida Fe_2O_3 untuk mengeliminasi zat pengotor H_2S dalam gas bumi merupakan salah satu aplikasi teknologi nano di bidang industri minyak dan gas bumi.

B. Teknik Pembuatan Partikel Nano

Teknologi nano merupakan suatu teknologi material yang berkaitan dengan penciptaan benda-benda kecil dalam ukuran nanometer (satu per miliar meter) serta pemanfaatannya bagi kehidupan di masa depan yang lebih efisien. Dalam teknologi nano tercipta suatu kesatuan ilmu dasar seperti ilmu fisika, kimia, biologi molekuler dan ilmu teknik lainnya. Hingga saat ini teknologi nano masih dalam kajian yang mendalam terutama dalam ilmu struktur, karena sifat material yang sangat kecil ini akan sangat dipengaruhi oleh struktur yang dimilikinya. Morfologi dari partikel nano bervariasi dari bulatan, berlapis-lapis, *crystal struc-*

ture, hingga tabung. Dengan mengontrol struktur dan ukuran (morfologi) dari nanopartikel, para peneliti mampu mempengaruhi sifat hingga pada akhirnya mampu mengontrol sifat sesuai yang diinginkan.

Ada dua pendekatan nominal untuk membuat material dengan teknologi nano, yaitu sebagai berikut:

1. Top-down

Pembuatan struktur skala nano dengan teknik-teknik *machining*, *coating*, atomisasi, dispersi dan *etching*. Cara pertama ini relatif lebih sederhana dibanding cara kedua. Partikel yang dihasilkan mempunyai distribusi ukuran yang lebar, bentuk partikel atau geometrinya sangat bervariasi.

Metode yang digunakan pada proses *top-down* antara lain:

- Pearl/ball milling
- High-pressure homogenization
- Lithography / etching

Pada metode *Ball Milling* terdapat beberapa keuntungan antara lain: relatif tidak mahal, diaplikasikan untuk skala besar dan sudah sangat dikenal sejak dulu, partikel yang dihasilkan antara 2 – 20 nm tergantung tipe alatnya. Adapun kerugiannya adalah: partikel nano yang dihasilkan tidak beraturan, kemungkinan dapat terjadi kerusakan pada partikel dan terkontaminasi kotoran dari aditif *ball* dan *mill*-nya.

2. Bottom-up

Disebut juga *molecular nanotechnology*, pembuatan struktur skala nano dengan menyusun struktur organik maupun anorganik secara atom-per-atom atau molekul-per-molekul. Metode pembuatan partikel nano terdiri atas beberapa proses kimia dan fisika, yang meliputi :

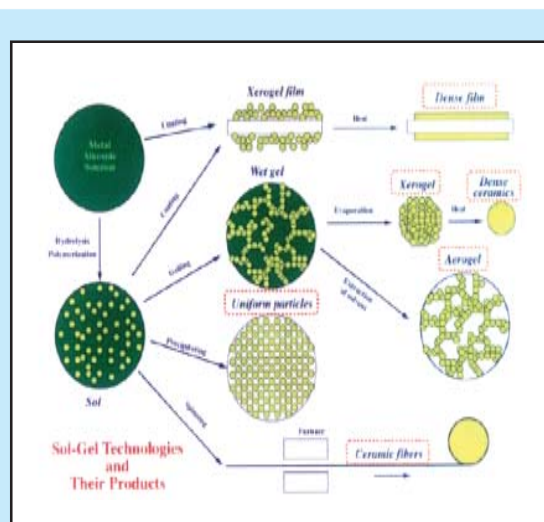
3. Proses *wet chemical* yaitu proses presipitasi seperti: kimia koloid, *hydrothermal method*, *sol-gels*. Proses ini pada intinya mencampur ion-ion dengan jumlah tertentu dengan mengontrol suhu dan tekanan untuk membentuk *insoluble material* yang akan presipitasi dari larutan. Presipitat dikumpulkan dengan cara penyaringan dan/atau *spray drying* untuk mendapatkan butiran kering. Proses Sol-gel dapat dilihat pada Gambar 2.
4. *Mechanical process* termasuk grinding, milling, dan teknik *mechanical alloying*. Intinya material ditumbuk secara mekanik untuk membentuk partikel yang lebih halus.

5. *Form-in-place* process seperti *lithography*, *vacuum deposition process*, dan *spray coating*. Proses ini spesifik untuk membuat nanopartikel coating.
6. *Gas-phase synthesis*, termasuk di dalamnya adalah mengontrol perkembangan *carbon nanotube* dengan proses *catalytic cracking* terhadap gas yang penuh dengan carbon seperti methane.

Pada proses sol-gel terdapat beberapa tahapan yang dilalui sebagai berikut:

Beberapa keuntungan dan kerugian teknik *sol-gel* antara lain:

Mudah diaplikasikan untuk keperluan *coating* luas area yang besar, skalanya dapat ditentukan, komposisinya dapat dikontrol dengan tepat, dapat disintesis pada temperatur rendah, mempunyai homogenitas yang tinggi. Adapun kerugiannya antara lain: sensitif dengan kondisi atmosfer, bahan bakunya mahal dan menggunakan sistem pelarut yang toksik



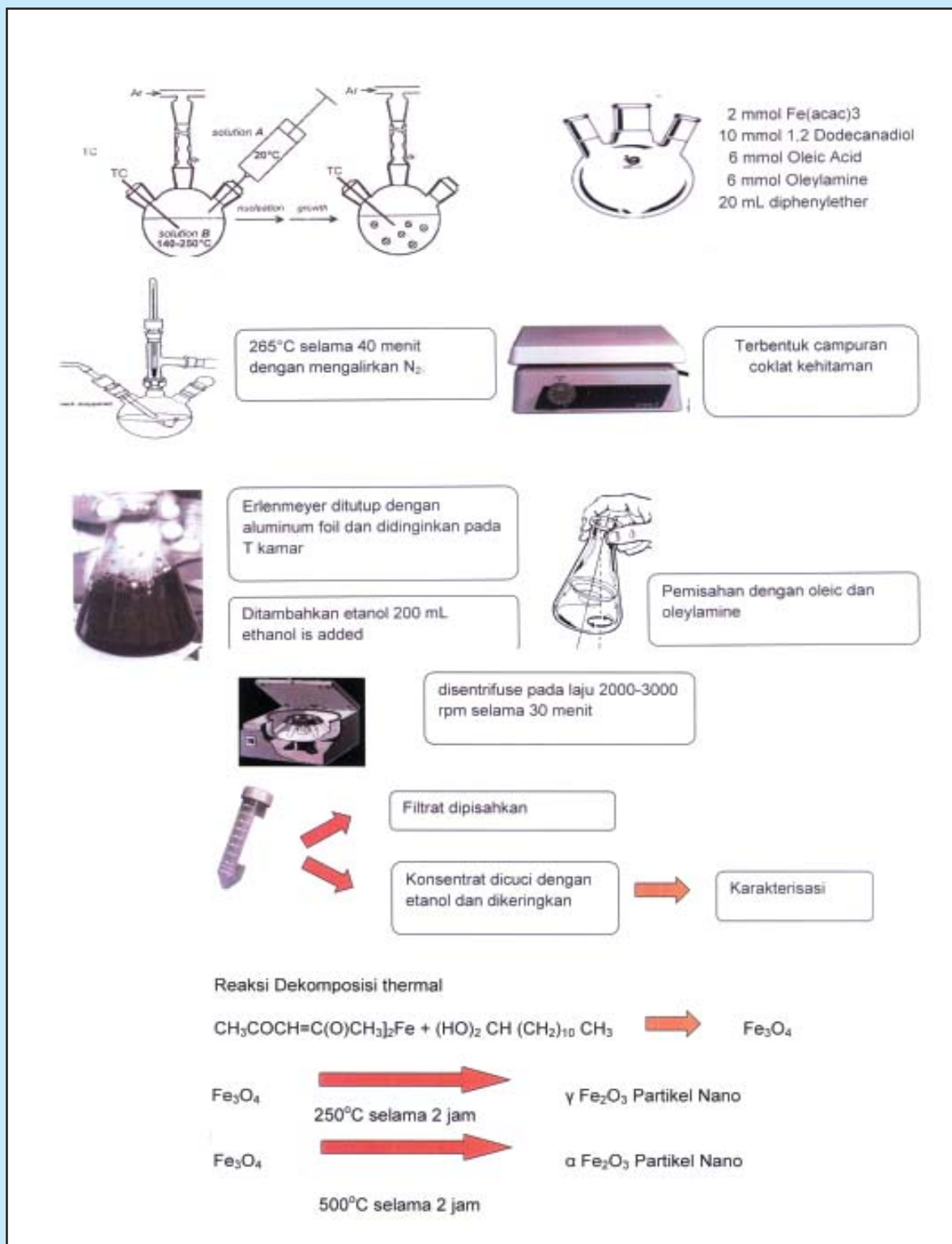
Gambar 2
Tahapan proses sol-gel

C. Sintesis partikel nanoadsorben Fe_2O_3 dengan metode dekomposisi termal.

Pembuatan adsorben Fe_2O_3 berukuran partikel nano dilakukan dengan teknik sol-gel melalui dekomposisi termal. Skema percobaan dapat dilihat pada Gambar 3.

1. Peralatan

Beberapa peralatan yang digunakan antara lain : *three neck flask*, *Condenser*, *Magnetic stirrer*,



Gambar 3
 Skema percobaan sintesis partikel nano dengan metode dekomposisi termal Fe(acac)₃

Termometer 360°C, Oil bath, Hot plate stirrer, Beaker glass, Pipet glass, Aluminum foil, N₂ container tube, Erlenmeyer, Centrifuge, Spatula, Whatman filter paper 42, Sonicator.

2. Bahan Kimia

Beberapa bahan kimia yang digunakan antara lain: Fe (III) *Acetylacetonate*, 1,2 - *Dodecanediol*, *Oleic Acid*, *Oleyamine*, *Diphenylether*, *Ethanol* dan *Hexane*.

3. Skema percobaan

Sintesis partikel nano dengan metode Dekomposisi Termal Fe (acac)₃:

4. Pembuatan Partikel Nano Fe₂O₃ dengan Teknik Top Down

Percobaan pembuatan partikel nano Fe₂O₃ dengan Teknik *Top Down* dilakukan dengan menggunakan alat *Planetary Ball mill*.

V. PEMBAHASAN

A. Pembuatan nanopartikel magnetite (Fe₃O₄) dengan metode dekomposisi termal

Pembuatan nanopartikel *magnetite* (Fe₃O₄) dengan metode dekomposisi termal dilakukan hingga temperatur mencapai 280°C dengan menggunakan *precursor* Fe(III) *Acetylacetonate* 2 mmol. Proses dekomposisi termal dari Fe(III) *Acetylacetonate* hingga 280°C menghasilkan sumber besi (Fe) dan monomer oksigen untuk menumbuhkan inti Fe₃O₄ dengan distribusi ukuran partikel nano yang beragam.

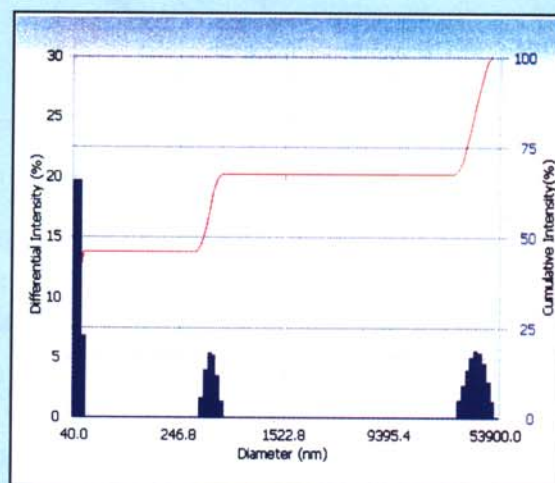
Penambahan *dodecanediol* berfungsi sebagai *growth agent* dan Asam oleat dan *Oleyamine* ditambahkan untuk menstabilkan larutan dan mencegah terjadinya penggumpalan atau difusi yang tidak terkontrol. Sedangkan *Diphenylether* berfungsi sebagai pelarut.

Hasil refluks dan stirer dari campuran yang berwarna coklat bertujuan untuk memperoleh campuran yang sempurna dan homogen dan gas N₂ dialirkan secara kontinu untuk mencegah terjadinya oksidasi.

Selama pertumbuhan inti Fe₃O₄, molekul-molekul asam oleat dan *Oleyamine* akan menstabilkan pertumbuhan partikel-partikel nano dan mencegah terjadinya agregasi partikel yang disebabkan adanya gaya Van der Waals.

Tabel 1
Spesifikasi ball mill

Nama	: Planetary Ball mill
Model	: PBM-4
Fungsi	: Penghalus partikel dan mixing
Dimensi Maksimum	
Panjang	: 120 cm
Lebar	: 82 cm
Tinggi	: 125 cm
Sudut	: 0
Jar	
Jumlah	: 2 buah dengan tutup vakum
Volume	: 600 ml
Bahan	: SC90/ASAB304
Sumber Tenaga	
Tegangan	: 220 V, 2 KVA
Fasa	: 1 fasa
Motor	
Daya	: 1,5 Kw
Kecepatan	: 1500 rpm (max)
Timer	
On-Timer	: 01 detik s/d 99 menit 56 detik
OFF Timer	: 01 detik s/d 99 menit 56 detik
RUN Timer	: 01 menit s/d 9999 jam 56 menit



Gambar 4
Distribusi intensitas partikel adsorben

Proses dekomposisi termal dari Fe(III) *Acetylacetonate* hingga 280°C menghasilkan partikel nano Fe₃O₄. Dengan reaksi oksidasi yaitu mengalirkan gas oksigen (O₂) pada temperatur 250°C selama 2 jam, menghasilkan partikel nano Fe₂O₃. Dengan reaksi oksidasi pada temperatur 500°C selama 2 jam akan menghasilkan partikel nano Fe₂O₃. Skema percobaan dapat dilihat pada Gambar 3.

Reaksi eliminasi zat pengotor H₂S dalam gas bumi oleh senyawa Fe₂O₃ berlangsung secara kimiawi di mana gugus Fe yang bermuatan positif akan mengikat gugus S (sulfur) yang bermuatan negatif dari H₂S membentuk senyawa Fe₂S₃ dan H₂O (air). Dengan dihasilkannya partikel nano Fe₂O₃, maka semakin banyak jumlah molekul Fe₂O₃, akan semakin banyak jumlah molekul H₂S yang akan teradsorpsi.

Hasil pembuatan partikel nano Fe₂S₃ dari percobaan skala laboratorium ini selanjutnya dikarakterisasi dengan menggunakan *Partical Size Analyzer* (PSA) dan diperoleh diagram seperti pada gambar 3 dan gambar 4.

B. Teknik Top-down dengan Ball mill

Teknik pembuatan partikel nano adsorben Fe₂O₃ dilakukan dengan menggunakan alat *Ballmill*, salah satu alat yang digunakan dalam pendekatan *Top-Down* dengan teknik *mechanical milling-powder metallurgy*. Dalam teknik *Top-Down*, material Fe₂O₃ dihancurkan sampai menjadi bubuk berukuran ± 3,0 mm dan selanjutnya dimasukkan ke dalam alat *Ballmill* berisi bola-bola besi berdiameter 2 cm dan diputar selama 8 jam.

Dalam penelitian yang telah dilakukan pada tahun 2008, hasil pembuatan partikel nano adsorben Fe₂O₃ dengan alat *Ballmill* (*mechanical milling-powder metallurgy*) diperoleh partikel dengan ukuran beragam. Ukuran partikel terkecil ± 4.472 nm sebanyak 8,3 % dari total. Partikel terbesar yang terukur adalah 3 mm sebanyak 0,446 % yang merupakan ukuran mula-mula partikel sebelum di proses *Ballmill*. Dari hasil yang diperoleh diketahui bahwa dengan metode *top-down* menggunakan *ballmill* ukuran partikel lebih beragam dan sangat dipengaruhi oleh waktu *milling*, diameter bola dan arah gerakan mekanik *ballmill*. Dibandingkan dengan metode *bottom-up* dengan cara sintesis, perolehan partikel nano dapat lebih diatur dan diarahkan ke ukuran partikel yang diinginkan.

Tabel 2
Distribusi intensitas partikel adsorben

Peak	Diameter (nm)	Standar Deviasi
1	42,2	2,2
2	425,9	4,7
3	40923	6104
Rata-rata	13568	19468

D (nm)	40	43	46,3	355,1	382	410,8	441,8	475,2	30109,1
F(%) Intensitas	19,6	19,7	6,8	1,6	3,9	5,4	5,2	3,5	1,4

D (nm)	32382,4	34827,4	37456,9	40285,0	43326,6	46597,9	50116,1	53900,0	Jumlah
F(%) Intensitas	2,7	4	5	5,6	5,4	4,5	3	1,3	100

Tabel 3
Distribusi ukuran Fe₂O₃ hasil sintesis dengan dekomposisi thermal

D (nm)	F (%) jumlah partikel
40	55,8
43	36,09
46,3	8,08
355,1	0,01
382	0,01
410,8	0,01
Jumlah	100

VI. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

A. Kesimpulan

Hidrogen sulfida (H_2S) dalam gas bumi berpotensi menyebabkan korosifitas pada sistem perpipaan dan peralatan gas bumi karena hidrogen sulfida (H_2S) dengan adanya H_2O akan membentuk senyawa H_2SO_4 atau H_2SO_3 yang bersifat asam. Hidrogen sulfida (H_2S) juga dapat mempercepat pembentukan hidrat gas.

Teknik eliminasi H_2S dalam gas bumi salah satunya adalah teknik desulfurisasi, yaitu menggunakan adsorben berbasis besi oksida. Sifat adsorben berbasis besi oksida (Fe_2O_3) dengan partikel nano memiliki jumlah dan luas permukaan yang besar, sehingga dapat menurunkan kandungan H_2S hingga konsentrasi tertentu.

Gugus Fe dari senyawa Fe_2O_3 yang bermuatan positif akan mengikat gugus S (sulfur) yang bermuatan negatif dari H_2S membentuk senyawa Fe_2S_3 yang dapat diregenerasi. Dengan dihasilkannya partikel nano Fe_2O_3 , maka semakin banyak jumlah molekul Fe_2O_3 , akan semakin banyak pula jumlah molekul H_2S yang akan teradsorpsi.

Hasil kajian analisis laboratorium dalam penelitian ini telah diperoleh adsorben Fe_2O_3 berukuran Nano yaitu dengan teknik *Top-Down*, menggunakan alat *Planetary Ballmill*, diperoleh adsorben Fe_2O_3 dengan

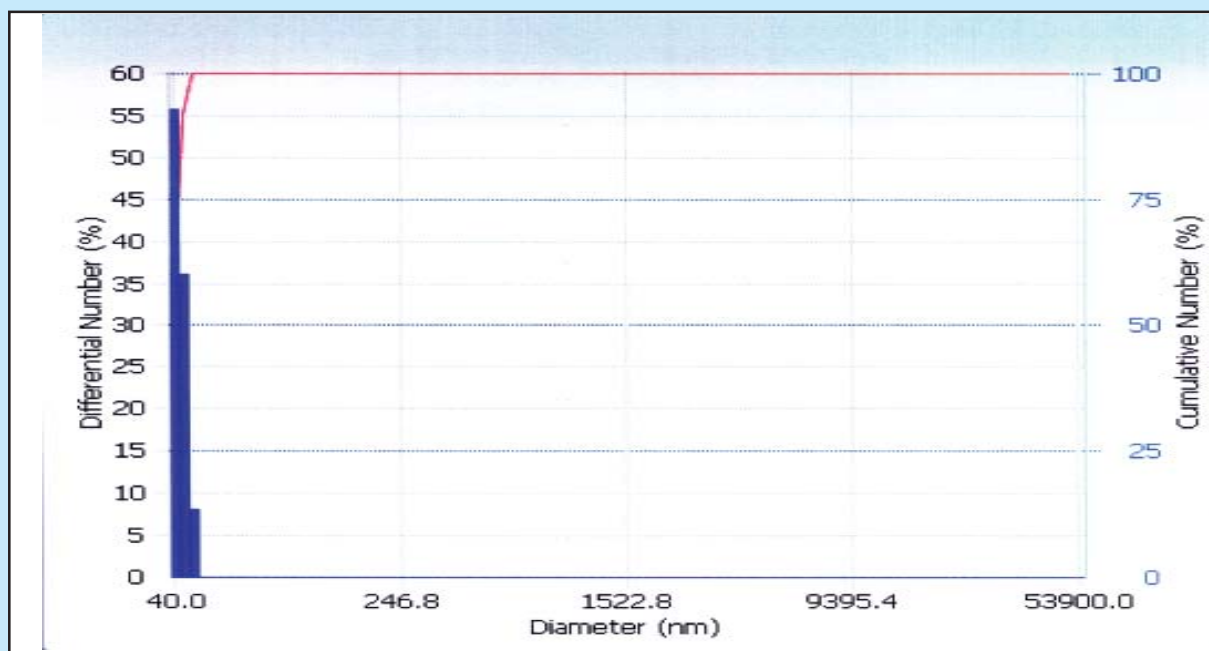
ukuran terkecil ± 4.472 nm sebanyak 8,3 %

Pembuatan partikel nano adsorben Fe_2O_3 menggunakan teknik *Bottom-Up* dengan dekomposisi thermal, diperoleh adsorben Fe_2O_3 berukuran 40 nm dengan distribusi ukuran partikel mencapai 55,8 %

B. Rekomendasi

Rekomendasi yang dihasilkan dari kegiatan penelitian ini adalah terus ditingkatkannya kegiatan penelitian yang terkait dengan pengembangan teknologi nano di sektor migas dan terus mengkaji aplikasinya agar dapat segera dimanfaatkan khususnya bagi kebutuhan industri migas dan energi nasional.

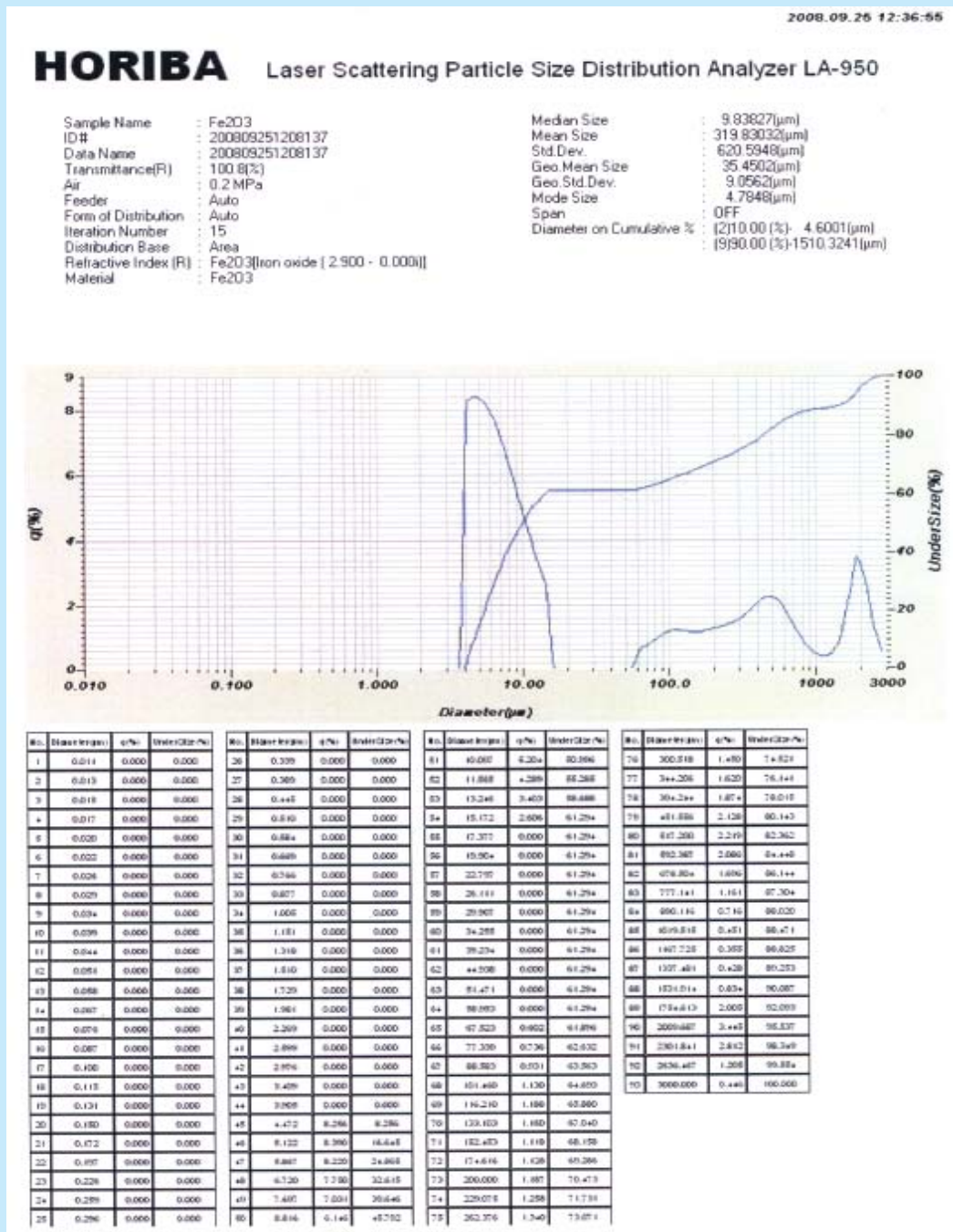
Berdasarkan hasil penelitian ini dan dengan adanya potensi dari adsorben Fe_2O_3 berukuran nano yang mampu mengeliminasi senyawa sulfur dalam gas bumi secara lebih signifikan, maka diharapkan penelitian ini terus dilanjutkan untuk melihat dan mengukur kinerja dan performa dari adsorben tersebut. Selain itu, analisis dan kajian pembuatan partikel nano untuk adsorben penyerap kontaminan lain, seperti uap air, merkuri dan karbondioksida perlu disiapkan secara lebih terencana agar dapat diperoleh hasil yang lebih optimal.



Gambar 5
Distribusi ukuran Fe_2O_3 dalam persen

Hasil Pengukuran

Distribusi ukuran partikel dari sampel produk partikel hano adsorben Fe₂O₃ sangatlah bervariasi. Distribusi ukuran partikel yang terbanyak mencapai 55,8% dengan ukuran partikel 40nm. Gambar 6 menunjukkan hasil dari pengukuran dengan menggunakan *Particle Sie Analyzer*.



Gambar 6
Hasil Pengukuran Distribusi Ukuran Partikel dengan *Particle Size Analyzer*.

KEPUSTAKAAN

1. T.Sasaki, S. Terauchi, N.Koshizaki, "The Preparation of Iron Complex Oxide nanoparticles by Pulse-laser ablation". National Institute of Materials and Chemical research, Tsukuba, Ibaraki 305, JAPAN.
2. "Theory to Application Nanoparticles, edited by Gunter Schmid, p.203.
3. Kawai, Tomoji, "Nanotechnology", Tokyo : Ohmsha publisher, 2002.
4. Jana, N.R, Gearheart, L.Murphy, C.J., Chem. Mater 2001, 13,2313.
5. Yu, H., Gibbson, P.C., Kelton, J. Am.Chem.Soc. 2001, 123, 9198.
6. Nurul Dewanti, JBPTITBPP, "Pembuatan adsorben desulfurisasi berbasis besi oksida hidrat dengan aditif aluminium dan pembuatan alat uji adsorpsi dinamik, 2007."