

Potensi DME sebagai Bahan Bakar Alternatif

Oleh: **Holisoh**

Peneliti Madya 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 12 Juni 2009; Diterima setelah perbaikan tanggal 16 Juli 2009
Disetujui terbit tanggal: 30 Desember 2009

S A R I

Keberhasilan program pengalihan minyak tanah ke *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) berakibat meningkatnya permintaan LPG untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Selama ini, penyediaan LPG selain disuplai dari kilang Pertamina, KPS, dan impor dengan demikian akan memicu meningkatnya impor LPG.

Senyawa dimetileter mempunyai karakteristik yang unik, memiliki sifat sebagai bahan bakar, dan berpotensi sebagai bahan bakar multi guna yaitu pembangkit listrik, kendaraan bermotor, dan LPG untuk rumah tangga. Beberapa aplikasi DME, antara lain, sebagai bahan bakar, pelarut, propelan, dan bahan baku petrokimia C1, SNG, dan *fuel cell*. Karakteristik DME hampir sama dengan LPG sehingga dapat digunakan sebagai substitusi LPG di mana fasilitas transportasi dan distribusinya dapat menggunakan fasilitas LPG.

Kata kunci: Liquefied Petroleum Gas (LPG), unik, DME

ABSTRACT

The success of the conversion program of kerosene to LPG to resulted in increase of LPG demand for domestic purpose. So for, LPG is supplied by Pertamina Refinery, KPS, and also import so that increase in LPG demand will increase LPG import.

That has characteristics as a fuel, It has potential as multipurpose fuel, such as for; power plant, automotive vehicle, LPG. Other applications of DME besides a fuel, solvent, propellant, feed to petrochemical C1, SNG, and fuel cell. Dimethylether properties are similar to LPG so that it can be use it as LPG substitute where the transportation, and distribution facility of DME can use LPG facilities.

Key words: Liquefied Petroleum Gas (LPG), unique, DME

I. PENDAHULUAN

Sejak tahun 2007, Pemerintah mengalihkan penggunaan minyak tanah sebagai bahan bakar rumah tangga ke *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) untuk mengatasi beban subsidi pemerintah yang sangat besar. Keberhasilan program tersebut berdampak meningkatnya permintaan LPG untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Selama ini, penyediaan LPG selain disuplai dari produksi kilang Pertamina dan KPS, juga diimpor dengan demikian akan memicu meningkatnya impor LPG.

Upaya Pemerintah dalam penanganan energi nasional dengan diterbitkannya Peraturan Presiden nomor 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional bertujuan mengamankan pasokan energi dalam negeri dan mendorong pemanfaatan energi baru, energi terbarukan, dan diversifikasi energi. Sumber energi batu bara dan gas yang penggunaannya belum optimal untuk memenuhi kebutuhan energi dalam negeri diharapkan perlu ditingkatkan agar krisis energi dalam negeri dapat teratasi.

Dimetileter (DME) memiliki karakteristik fisika yang hampir sama dengan LPG sehingga dalam distribusi dan aplikasinya dapat menggunakan infrastruktur LPG. Selain itu, DME adalah bahan bakar bersih yang dapat dihasilkan dari gas alam, batu bara, dan biomassa melalui gas sintesis. Beberapa negara seperti Jepang, Cina, Korea, dan India telah menggunakan DME sebagai bahan bakar rumah tangga, transportasi, pembangkit. ⁽²⁾

II. DIMETILETER

Dimetileter adalah bahan kimia stabil DME adalah gas tak berwarna pada temperatur ruang, dan tekanan uap sebesar 0,6 Mpa pada 25°C, DME berada dalam fase cair. Memiliki tekanan uap antara propana dan butana sehingga dapat ditangani seperti LPG. Jadi, relatif aman dalam penggunaannya sebagai bahan bakar rumah tangga. Pada tekanan atmosfer, titik didih DME sekitar -25,1°C sedangkan LPG sebesar -42°C, dan nilai kalori DME sekitar 14.200 kcal/Nm³ sedang LPG sebesar 21.800 kcal/Nm³. ⁽¹⁰⁾

Kemiripan sifat-sifat fisika di mana untuk fasilitas distribusinya dapat menggunakan fasilitas LPG. Selama ini DME banyak digunakan sebagai propelan produk kosmetik, cat, dan pertanian.

Senyawa dimetileter mempunyai karakteristik yang unik, memiliki sifat bahan bakar, dan berpotensi sebagai bahan bakar multiguna. Beberapa aplikasi DME, antara lain, bahan bakar rumah tangga, transportasi dan pembangkit listrik, dan juga sebagai substitusi LPG. Adanya perbedaan karakteristik kimia antara DME dan LPG jika menggunakan fasilitas LPG untuk campuran DME 20% tidak membutuhkan modifikasi kompor.

III. PERMINTAAN DAN PEMENUHAN KEBUTUHAN LPG

LPG adalah campuran propana dan butana yang digunakan sebagai bahan bakar, *water heater*, juga sebagai bahan penekan (propelan) untuk kosmetik, parfum, cat, produk pertanian, dan lain-lain. Penggunaan LPG sebagai bahan bakar rumahtangga karena relatif bersih, dan lebih hemat karena nilai kalori yang lebih tinggi dibanding bahan bakar lain, tidak korosif, aman dalam pengangkutan dan penyimpanan. Satu kilogram LPG ekuivalen dengan energi 1,7 liter minyak tanah. Konsumsi LPG Indonesia sekitar 70% digunakan untuk sektor rumah tangga dan sisanya untuk sektor industri.

Tabel 1
Perbandingan Karakteristik DME dan Bahan bakar lain⁽¹⁾

Sifat	DME	Propana/ LPG	Diesel
Rumus kimia	CH ₃ OCH ₃	C ₃ H ₈	N.A
Titik didih, °C	-25,1	-42	180-370
Densitas cairan, g/cm ³ , 20°C	0,67	0,49	0,84
Tekanan uap jenuh, atm 25°C	6,1	9,3	N.A
Temperatur ignisasi	235	470	250
Batas eksplosif	3,4-17	2,1-9,4	0,6-6,5
Angka setan	55-60	5	40-55
Nilai bakar bersih, kcal/Nm ³	14200	21800	-
Nilai bakar bersih, kcal/kg	6900	11000	10000

Sumber ; JFE, Holding, Inc, Japan, 2000

Kebutuhan LPG Indonesia terus meningkat seiring dengan pelaksanaan konversi minyak tanah ke LPG. Percepatan program pengalihan minyak tanah ke LPG sampai tahun 2010 berdampak meningkatkan kebutuhan LPG mencapai 4,5 ton sementara produksi LPG dari kilang Pertamina dan Kontrak Production Sharing (KPS)

sebesar 2,316 ribu ton. Hal ini berdampak meningkatkan impor untuk memenuhi kebutuhan LPG.

Kebutuhan LPG pada tahun 2012 sudah mendekati 6 juta ton/tahun sementara suplai domestik LPG baik dari kilang Pengolahan, Hulu dan (KPS) hanya mencapai 2 - 2,5 juta ton/tahun. Untuk memenuhi kebutuhan domestik LPG, dibutuhkan impor LPG sebesar 3 - 3,5 juta ton/tahun. ⁽¹³⁾

IV. POTENSI BAHAN BAKU BATU BARA

Pada tahun 1993, di Indonesia telah diperkenalkan bahan bakar untuk rumah tangga dalam bentuk briket batu bara. Namun, walaupun harganya murah dalam perkembangannya kurang diminati konsumen karena sudah terbiasa menggunakan minyak tanah. Di samping itu, minyak tanah lebih praktis sedangkan briket batu bara membutuhkan waktu yang lama, dan jaminan ketersediaan di pasar. Pemanfaatan batu bara sebagai bahan baku DME yang dapat mensubstitusi LPG diharapkan dapat memberikan bahan bakar alternatif dan bersih.

Lokasi cadangan batu bara tersebar di seluruh Indonesia, seperti yang tercantum dalam Tabel 2.

Ketersediaan batu bara sangat besar sementara pemanfaatan batu bara masih rendah. Potensi batu bara Indonesia yang dapat ditambang sebesar 5.368,18 juta ton dan cadangan batu bara tertambang sejak tahun 1937 hingga tahun 2000 baru sebesar 607,22 juta ton. Berarti masih ada sebesar 4.760,96 juta ton batu bara yang belum termanfaatkan. ⁽⁴⁾

Batu bara Indonesia tergolong batu bara muda yang jumlahnya sekitar 58,7% dari total cadangan. Jenis batu bara ini memiliki kandungan *moisture* tinggi (30 - 30%), dan nilai kalor rendah (3500 - 5000 kcal/kg). Oleh karena itu, jenis batu bara ini kurang menguntungkan untuk diangkut jarak jauh dan mudah terbakar dengan sendirinya. Untuk mengatasi hal ini, maka perlu untuk mengkonversi batu bara muda ke bentuk energi lain, misanya; *Coal slurry*, *Coal liquiefaction*, *Coal Gasification*, dan lain-lain. Adapun jenis batu bara Indonesia tergolong sub-bituminus sebesar 29, 33%, bituminus sebesar 13,85%, an antrasit sekitar 0,35%. ⁽¹⁾

V. PROSES SINTESIS DME

A. Sintesis tak-langsung

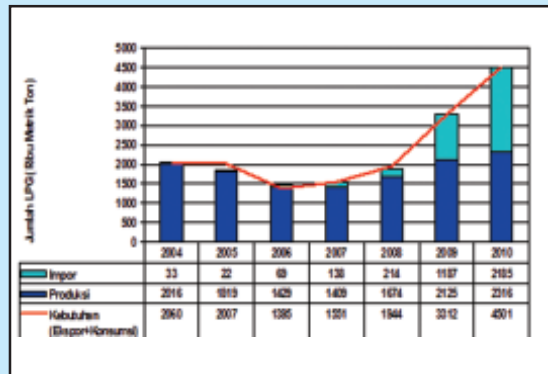
Pembuatan DME dapat berasal dari bahan baku gas bumi, batu bara, biomassa. Proses sintesis DME terdiri dari dari sintesis tak-langsung dan sintesis langsung. Proses sintesis tak langsung merupakan teknologi proses yang terdiri dari dua tahap yaitu sintesis metanol, dan dehidrasi sedangkan sintesis langsung merupakan proses satu tahap yaitu sintesis methanol dan dehidrasi berlangsung terintegrasi. ⁽⁵⁾

B. Sintesis langsung

Proses sintesis DME langsung merupakan reaksi katalitik memerlukan katalis yang tahan pada suhu tinggi karena reaksi pembentukan DME sangat eksotermis. Pengembangan katalis sangat penting di mana reaksi pembentukan DME berjalan simultan dalam satu reaktor sehingga kemampuan katalis dan modifikasi reaktor dapat membantu mengantisipasi panas yang dihasilkan dari reaksi. Untuk melindungi katalis dari kerusakan akibat panas reaksi, pembentukan DME dilakukan di dalam reaktor *slurry* di mana reaksi berlangsung pada fase cair pada temperatur 250 - 300°C dan tekanan 40 - 50 bar dengan batuan katalis Cu, ZnO, alumina. ⁽⁵⁾

Pengembangan sintesis DME langsung hingga saat ini belum dikomersialkan. Namun, proses

Tabel 2
Skenario percepatan konversi minyak tanah ke LPG

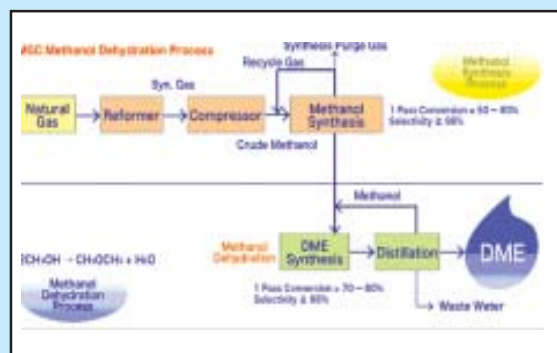


Sumber: Blue print program konversi Minyak Tanah ke LPG Tahun 2008.

Tabel 2
Cadangan batubara Indonesia

Propinsi	Tertambang	Sumberdaya (juta on)			
		Terukur	Terunjuk*)	Total	%
NAD	0.00	64.14	1763.35	1827.49	4.70
Riau	18.93	289	1157.52	1446.52	3.72
Jambi	0.00	222.17	566.48	788.65	2.03
Bengkulu	19.02	68.98	97.43	166.41	0.43
Sumbar	142.20	158.02	221.54	379.56	0.98
Sumsel	2,683.00	4099.72	8792.96	12892.68	33.16
Jawa	0.00	0.63	4.86	5.49	0.01
Kalbar	0.00	1	185.12	186.12	0.48
Kaltim	2,077.16	4054.11	9699.57	13753.68	35.38
Kalteng	40.60	206.7	706.36	913.06	2.35
Kalsel	387.27	2377.64	3981.97	6359.61	16.36
Sulsel	0.00	21.2	96.13	117.33	0.30
Papua	0.00	0	25.53	25.53	0.07
Lain-lain	0.00	5.42	7.31	12.73	0.03
Total	5,368.18	11,568.73	27,306.13	38,874.86	100.00

Sumber : Ditjen Geologi & Sumber Daya Mineral DESDM, 2003



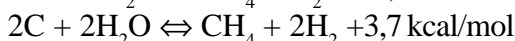
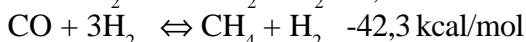
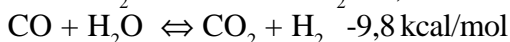
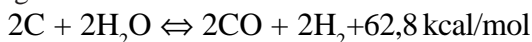
Gambar 1
Proses sintesis DME tak-langsung

konversi DME tak langsung yaitu melalui sintesis metanol dinilai mahal. Untuk itu perlu dikembangkan proses sintesis DME yang murah yaitu melalui sintesis langsung.

C. Gasifikasi Batu bara

Teknologi gasifikasi batu bara digunakan untuk tujuan konversi sempurna massa organik dari bahan bakar padat (batu bara) menjadi gas-gas yang mudah terbakar menggunakan O₂, H₂O atau CO₂. Adapun produk yang dihasilkan dari gasifikasi terdiri dari CO₂, H₂, CH₄, H₂O, N₂, H₂S, dan COS.

Gasifikasi batu bara adalah pembakaran batu bara untuk menghasilkan bahan bakar gas. Ketika batu bara dibakar (oksidasi) terjadi reaksi eksotermis dan relatif cepat, banyak reaksi yang terjadi, misalnya; terbentuk H₂ dan CH₄, keduanya terjadi lebih lambat dan membutuhkan katalis. Tahapan reaksi terjadi, sebagai berikut :

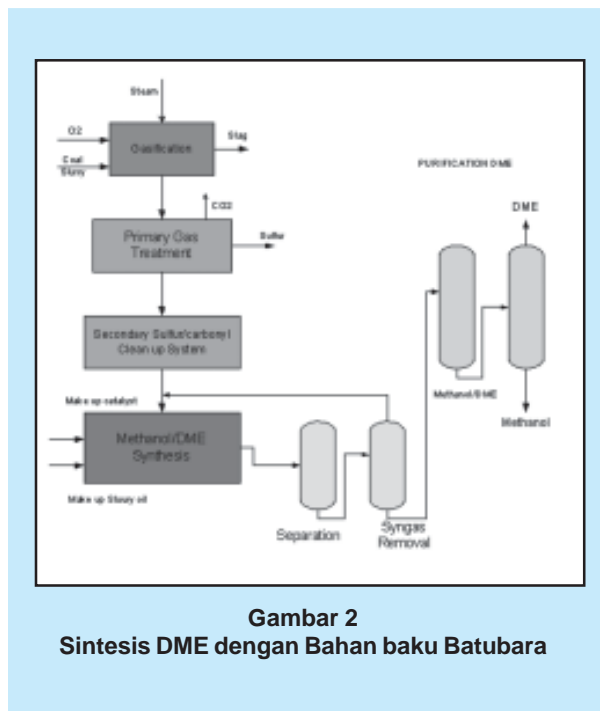


Gasifikasi tahap pertama membutuhkan panas di atas 927°C di mana panas tidak dapat direkoveri dari tahap reaksi eksotermis metanasi karena untuk menjaga kesetimbangan reaksi, di mana tahap ini berlangsung pada temperatur lebih rendah yaitu 370 °C dengan katalis. Gasifikasi primer menggunakan udara untuk oksidasi batu bara dan menghasilkan produk gas *low-btu* (150 - 300 btu/scf), atau oksigen jika *medium-btu* (300 - 400 btu/scf), dan produk gas kontaminan lain terdiri dari karbon monoksida, karbon dioksida, hidrogen sulfida, nitrogen, air, metana, aspal, minyak, arang.^(6, 12) Gas sintesis yang dihasilkan dari gasifikasi batu bara dapat digunakan sebagai bahan baku untuk sintesis DME.

VI. KEEKONOMIAN

A. DME dari bahan baku batu bara

Peluang pengembangan dimetileter sebagai bahan bakar alternatif LPG, dan diesel semakin menarik, karena dapat menggunakan berbagai sumber bahan baku, yaitu gas bumi, batu bara, dan biomassa. Ketersediaan sumber bahan baku batu bara dan gas bumi di Indonesia yang cukup besar untuk dimanfaatkan menjadi bahan bakar bersih.



Gambar 2
Sintesis DME dengan Bahan baku Batubara

Tabel 3
Biaya Produksi DME untuk konfigurasi "once through"

Umpan dan Produk kilang					
DME (MW,LHV)		600			
Net electricity (MW)		490			
Coal input (MW)		2203			
Harga batubara	Mine mouth	City gate			
		0,5	1,0		
	USA	Cina	USA	Cina	
Harga ko-produk listrik, c/kWh	3.95	2.77	4.37	3.18	
DME production cost (\$/GJ,LHV)					
Capital charge	11.12	8.05	11.12	8.05	
Operating maintenance	2.64	1.91	2.92	1.91	
Umpan batubara	1.84	1.84	3.67	3.67	
Listrik ko-produk (kredit)	-8.97	-6.28	-9.92	-7.23	
Total production cost (\$/GJ,LHV)	6.67	5.52	7.50	6.40	
Total, \$/ton	188	157	213	182	
Total,\$/t LPG-eqivalent (\$/t LPG e)	304	254	345	294	

Salah satu negara yang telah menggunakan DME sebagai bahan bakar adalah Cina. Berikut kajian terkait penggunaan bahan baku batu bara yang diolah menjadi DME dan pembangkit listrik.

Ko-produksi pabrik DME dan pembangkit listrik menghasilkan efisiensi terhadap industri tersebut. Batu bara setara 2203 MW menghasilkan DME setara 600 MW dan energi listrik sebesar 490 MW. Konversi batu bara menjadi DME sekitar 27,24%, dan jika pengembangan kilang DME secara ko-produksi dengan pembangkit listrik memberikan konversi menjadi 49,48%.⁽²⁾

Kilang DME menghasilkan produk utama DME dan produk samping pembangkit listrik yang didapat dengan memanfaatkan sisa *syngas* yang belum bereaksi dan panas buangan dari hasil sintesis DME untuk menggerakkan turbin pembangkit. Ko-produk dari kilang berupa listrik merupakan kredit untuk keekonomian produksi DME. Pemanfaatan panas yang dihasilkan dari proses akan meminimalisasi panas buangan yang memiliki kalor tinggi ke lingkungan dan memiliki nilai ekonomis untuk menghasilkan listrik.

B. DME dari Gas Bumi dan CO₂

Kajian pengembangan Lapangan Gas Natuna dengan menggunakan umpan gas metana dan CO₂ dari Natuna melalui koproduksi pabrik menjadi DME, bensin, LPG, asam asetat, asam formiat, dan listrik/steam. Bahan baku yang digunakan berasal dari lapangan gas Natuna yaitu gas metana, dan CO₂ untuk menjadi produk yang bernilai ekonomis tinggi.⁽⁸⁾

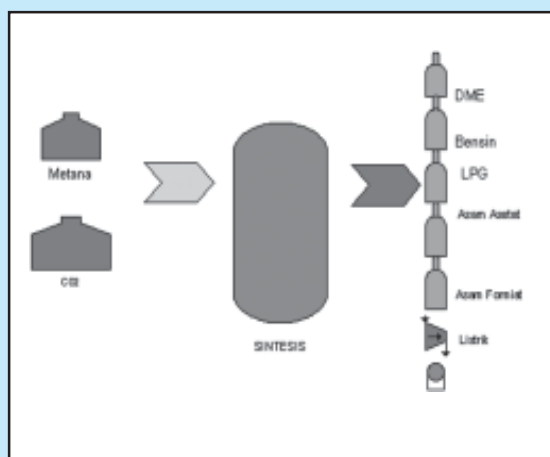
Penggunaan teknologi ko-produksi pada kilang DME sangat membantu meningkatkan keekonomian investasi karena menghasilkan produk samping dan panas tinggi yang dapat diintegrasikan satu dengan sama lain menjadi produk yang bernilai ekonomi. Listrik dan *steam* adalah ko-produk dari panas yang dibuang dari masing-masing unit produksi DME, bensin, LPG, asam asetat, asam formiat sehingga merupakan kredit terhadap biaya produksi yang dikeluarkan.

VII. KESIMPULAN

- Dimetileter memiliki karakteristik yang sama dengan LPG, dan memiliki angka setana yang mendekati diesel.
- Ketersediaan sumber bahan baku gas bumi, dan batu bara cukup besar untuk diolah menjadi DME.
- Dari kajian ekonomi terhadap bahan baku batu bara dan gas bumi dari lapangan Natuna memberikan kelayakan investasi dengan harga batu bara 0,5 – 1 \$/MM BTU dan harga gas bumi sebesar 1 \$/MMBTU.

Tabel 4
Ko-produksi DME, Bensin, LPG, Asam Asetat, Asetat Anhidrida, Asam Formiat, Listrik/Steam

Umpan dan Produk	
DME, Ton/th	1,244,000
Bensin, Barrel/th	73,719
LPG, Ton/th	446.4
Asam asetat	1,881,000
Asetat Anhidrid	3,120,000
Asam Formiat	3,110,000
Listrik co-production, kW/th	6,265,000
Steam, Ton/th	6,253,000
Capital cost	MM\$/th
DME	808.15
Bensin	571.97
LPG	0
Asam asetat	452.45
Asetat Anhidrid	391.17
Asam Formiat	1197.2
Harga Co-product listrik	681.96
Total	4,102.90
Production cost	MM\$/th
DME	148.1
Bensin	28.65
LPG	0
Asam asetat	330.32
Asetat Anhidrid	1,146.41
Asam Formiat	122.5
Harga Co-product listrik	-146.26
Total	1,629.72
Harga Gas, \$/MMBTU	1
Harga DME, \$/Ton	119.05



Gambar 5
Koproduksi Gas Natuna menjadi Produk DME, Bensin, LPG, Asam Asetat, Asetat Anhidrid, asam Formiat, Listrik/Steam.

KEPUSTAKAAN

1. Abdul Nasir, dkk, "Peralihan Sistem Energi dari Konvensional menuju Sistem Energi Modern, HMI, 2005.
2. Eric D. Larson, "DME From Coal as a Household Cooking Fuel in China", *Energy for Sustainable Development*, Vol. VIII No.3, Sept 2004.
3. Dirjen Migas, "Blue print program konversi Minyak Tanah ke LPG Tahun 2008".
4. Ditjen Geologi & Sumber Daya Mineral DESDM, 2003
5. Dr. Yoshihiro Adachi, Mitsua Komoto, Dr. Yotaro Ohno, "DME Fuel A Clean and Economical Alternatif Energy in The 21th Century, Proceeding ASCOPE 97 Conference, 24-27 November 1997.
6. Coal Handbook, "Gasification", 1989
7. Coal Processing for Clean Fuels Indirect Liquefaction, LPMEOH from Air Product and Chemical, 2000.
8. Holisoh, Widodo.P, Dr." Kajian Pabrik dengan Sistem Ko-produksi Pembangkit Listrik, Bahan Bakar Sintetik dan Bahan Kimia (Asam Asetat, Asetat Anhisrid, Asam Formiat) untuk Pengembangan Lapangan Gas Natuna, Tesis S2 Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia, 2002.
9. IDA, International Dimethylether Assosiation, 2008
10. Yotaro Ohno, New Clean Fuel DME", JFE Holding, Inc, Japan, DeWitt Global Methanol & MTBE Conference, Bangkok, March 12-14 2007.
11. Yotaro Ohno, Mamoru Omia, "Coal Conversion Into DME as An Innovative Clean Fuel", 12th ICCS, Nov. 2003
12. Oil and Gas From Coal," A symposium of the United Nations Economic Commission for Europe, Pergamon Press, 1980.
13. www.pertamina.com.