

Gas Bumi untuk Bahan Bakar Gas dan Bahan Baku Petrokimia

A.S. Nasution¹⁾, Abdul Haris²⁾, Morina²⁾ dan Leni Herlina²⁾

Komplek LEMIGAS¹⁾, Perakayasa Muda²⁾ pada Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi "LEMIGAS"

Jl. Ciledug Raya Kav. 109, Cipulir, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan 12230, Indonesia

Tromol Pos : 6022/KBYB-Jakarta 12120, Telepon : 62-21-7394422, Faksimile : 62-21-7246150

Teregistrasi I Tanggal 27 September 2010; Diterima setelah perbaikan tanggal 12 Mei 2011

Disetujui terbit tanggal: 26 Agustus 2011

SARI

Gas bumi adalah suatu campuran gas hidrokarbon yang dipakai baik sebagai bahan bakar gas maupun dapat dikonversi menjadi produk petrokimia, bahan bakar minyak sintetis dan bahan dasar pelumas sintetis. Pemakaian gas bumi untuk bahan bakar gas, bahan baku untuk industri petrokimia, bahan bakar minyak sintetis dan bahan dasar pelumas disajikan pada makalah ini.

Kata kunci: bahan bakar gas, industri petrokimia, bahan bakar minyak sintetis dan bahan dasar pelumas sintetis.

ABSTRACT

Natural gas is a mixture of gaseous hydrocarbons which can be used as fuel gas and also its conversion into petrochemical, synthetic fuel oils and synthetic lube base stock. Application natural Gas for compressed natural gas, raw materials of petrochemical industry, synthetic fuel oils and synthetic lube base stock are briefly discussed.

Keywords: *compressed natural gas, petrochemical industry, syntetic fuel oils and synthetic lube base stock.*

I. PENDAHULUAN

Gas bumi adalah suatu campuran hidrokarbon gas dengan kandungan gas metana sebagai komponen terbanyak. Gas bumi dijumpai dalam sumur (reservoir) baik bergabung dengan minyak bumi sebagai *associated gas*; atau dalam sumur gas tanpa kandungan minyak bumi, sebagai *non-associated gas*. Gas bumi kering (*dry natural gas*) tidak mengandung hidrokarbon tinggi atau kondensate, tetapi gas bumi yang mengandung hidrokarbon cair di atas 0.3 gal/MCF, maka gas tersebut di kategorikan sebagai gas basah (*wet gas*).^[1] Komponen utama gas bumi adalah molekul hidrokarbon metana/heksana (C_1-C_6) dengan kotoran non-hidrokarbon, yaitu antara lain air, H_2S , CO_2 dan merkaptana. Komposisi berbagai jenis gas bumi disajikan pada Tabel 1.

Gas bumi, khususnya *associated gas* sangat penting tidak hanya sebagai sumber energi tetapi juga sebagai suatu bahan dasar untuk industri petrokimia. Produksi gas nasional pada 2007 adalah sekitar 8.134,6 MMSCFD dan 41,6% volume gas tersebut

telah dipakai untuk keperluan domestik sebagai bahan bakar gas (*compressed natural gas, liquefied petroleum gas* dan gas rumah tangga), pembangkit tenaga listrik dan bahan baku industri petrokimia dan 58,4% volume sisanya diekspor sebagai *liquefied natural gas*, dan *gas pipeline*.

Dalam makalah ini, gas bumi untuk bahan bakar gas dan juga bahan baku industri petrokimia serta konversi pencairan gas (*gas to liquid*) untuk bahan bakar sintetis dan bahan bakar pelumas akan disajikan.

II. BAHAN BAKAR GAS

Gas bumi dimurnikan dari kotoran non-hidrokarbon, dan komponen utama hidrokarbon gas buminya disepariasi menjadi *lean gas* berkadar hidrokarbon metana dengan sedikit etana dan *liquefied petroleum gas* (LPG).

A. Lean Gas

Lean gas (gas pipeline) dipakai sebagai bahan bakar industri dan pembangkit tenaga listrik

serta rumah tangga. Pelanggan gas pipeline untuk rumah tangga sekitar 78.000 keluarga dengan gas pipeline sebesar 3,300 juta kubik meter. Permasalahan utama pengembangan pemakaian gas rumah tangga tersebut adalah, antara lain terbatasnya infrastruktur jaringan gas tersebut.

B. Compressed Natural Gas

Gas bumi sebagai bahan bakar kendaraan di namakan bahan bakar gas (BBG), atau compressed natural gas (CNG) adalah gas bumi berkadar dua komponen utama, yaitu metana (CH₄) dan etana (C₂H₆) yang telah mengalami pemurnian dan dikompresi sampai tekanan sekitar 200 bar. Satu tanki BBG ringan modern dengan daya tampung equivalen sekitar 5 gallon bensin mempunyai berat sebesar 150 pound.^[2] Sehubungan dengan BBG tersebut lebih ringan dari udara, kebocoran tidak akan bahaya jika diadakan cukup pertukaran udaranya, yaitu kadar udara < 3 lb/MMSCF dan propana plus < 6,5% volume.

Mesin gas bumi (*Natural Gas Engine*) telah menunjukkan lebih dari 90% reduksi karbon-mono oksida (CO) dan *particulate matter*, dan lebih 50% penurunan dalam oksida nitrogen (NOx) relatif terhadap mesin diesel komersil.

Asosiasi kendaraan gas bumi (*Natural Gas Vehicles*) mempunyai suatu target untuk menaikkan dari 5 juta pada 2006 menjadi 50 juta *Natural Gas Vehicles* pada jalan umum di tahun 2020. Gas bumi sebagai bahan bakar komersil untuk kendaraan telah di pakai di Indonesia sejak 1989, saat ini tersedia sebelas stasiun pengisian bahan bakar gas (*compressed natural gas filling station*) untuk mensuplay sekitar 600 kendaraan dan 50 bus di Jakarta. Spesifikasi BBG Indonesia disajikan pada Tabel 2. Untuk pemberian garansi bahwa mutu gas bumi, untuk BBG kendaraan bermotor aman untuk infrastruktur instalasi peralatan pada stasiun pengisian dan kendaraan bermotor dibutuhkan spesifikasi standar atau spesifikasi BBG.

C. Liquefied Petroleum Gas

Liquefied petroleum gas (LPG) merupakan baik gas hasil produksi dari asosiasi gas mau-

Tabel 1
Komposisi berbagai gas alam

Komponen	Amerika Serikat		Inggris	Perancis	Indonesia	
	Salt Lake	Klifside				
Metana	95.0	65.8	93.2	70.0	64.61	88.36
Etana	0.8	3.8	2.9	3.0	7.97	5.0
Propana	0.2	0.7	-	1.4	7.08	2.0
Butana	-	0.8	-	0.6	3.01	0.44
Pentana +	-	0.5	-	-	1.57	0.20
H ₂ S	-	-	-	15.0	-	0.07
CO	3.6	-	2.9	10.0	15.0	3.0
N ₂	0.4	25.6	-	-	-	1.0
He	-	1.8	-	-	-	-

pun produk kilang minyak bumi yang terdiri atas tiga jenis berikut: LPG-Propana, LPG-Butana dan LPG-Campuran propana dan butana. Dalam rangka penghematan pemakaian bahan minyak, pemerintah telah mencanangkan pada tahun 2007 konversi minyak tanah (sekitar 10 juta kilo liter) ke LPG dalam bentuk paket LPG-tiga kg sebanyak 55 juta paket.

Persoalan utama pengembangan pemakaian gas bumi sebagai bahan bakar gas adalah keterbatasan sarana antara lain pengadaan *conversion kit*, yang harganya masih relatif mahal, transportasi dan distribusi BBG serta stasiun pengisian bahan bakar gas (SPBG).

Penyimpanan LPG terdiri atas dua tipe berikut:

- LPG *pressured* adalah LPG cair bertekanan 4-5 kg/cm² di dalam tabung atau tanki untuk pendistribusiannya ke rumah tangga dan industri.
- LPG *refrigerated* adalah LPG cair dengan pendinginan (propane - 42°C dan butana - 0,5°C) untuk pendistribusian melalui laut dalam jumlah besar.

III. INDUSTRI PETROKIMIA

Proses petrokimia berkembang menjadi suatu jaringan kompleks atau kimia dan termasuk material yang memberikan fungsi spesifik sebagai produk kebutuhan (*consumer product*) yang bahan bakunya terdiri atas tiga sumber utama berikut:

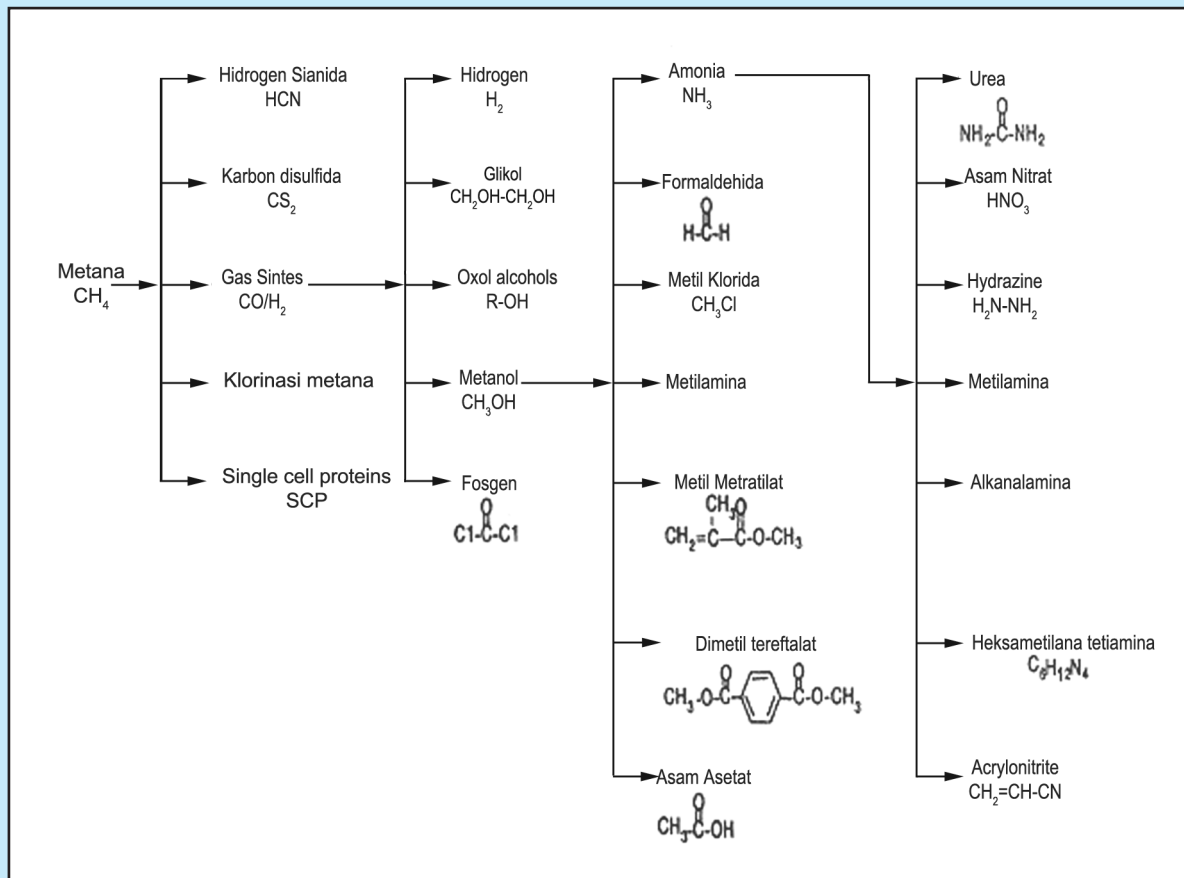
- Gas sintes (CO+H₂) dari proses reformasi uap gas bumi, nafta, distilat, residu dan batubara.

Tabel 2
Spesifikasi Bahan Bakar Gas kendaraan di Indonesia

Spesifikasi	Satuan	Limit		Metode	
		Min.	Maks.	ASTM	Lainnya
C ₁ + C ₂	%Vol.	62.0	-	D 1945	
C ₃	%Vol.	-	8.0	D 1945	
C ₄	%Vol.	-	4.0	D 1945	
C ₅	%Vol.	-	1.0	D 1945	
N ₂	%Vol.	-	2.0	D 1945	
H ₂ S	ppm vol.	-	14.0	D 2385	
Hg (<i>Mercury</i>)	ppb Vol.	-	9.0		AAS
O ₂	%Vol.	-	0.2	D 1945	
H ₂ O	%Vol.	-	0.035		Gravimetri
CO ₂	%Vol.	-	5.0	D 1945	
<i>Relative density at 28°C</i>	Kj/Kg	0.56	0.89	-	-
<i>Colorific Value at 15°C, 1 atm</i>		44,000		-	-

Tabel 3
Perolehan Produk Olefin dar berbagai umpan

Umpan	Produk % berat				
	Etilena	Propilena	Butana	Aromatik (BTX)	Lainnya
Etana	84.0	1.4	0.4	0.4	12.8
Propana	44.0	15.6	3.4	2.8	34.2
<i>n</i> -Butana	44.4	17.3	4.0	3.4	30.2
Nafta ringan	40.3	15.8	4.9	4.8	34.2
Nafta	31.7	13.0	4.7	13.7	36.9
<i>Reformer raffinate</i>	32.9	15.5	5.3	11.0	35.3
Gas oil ringan	28.3	13.5	4.8	10.9	42.5
Gas oil berat	25.0	12.4	4.8	11.2	46.6
Residu	28.3	16.3	6.4	4.5	44.5
Residu	21	7	2	11	59
Minyak Bumi	32.8	4.4	3.0	14.4	45.4



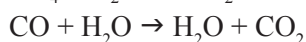
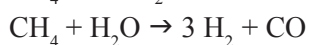
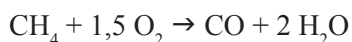
Gambar 1
Komponen utama dari Metana

- Olefin dari proses reformasi termal etana, prorana, butana, atau distilat.
- Aromatik dari proses reformasi katalitik nafta berat.

A. Gas Sintesis

Gas sintesis (syn-gas) adalah penamaan umum dari campuran karbon-monoksida (CO) dan hidrogen (H₂) yang dapat diproduksi dari berbagai sumber berkadar karbon (C) dan hidrogen (H₂) dari gas bumi, residu dan batu bara.^[3]

Reformasi uap *gas steam reforming* adalah suatu proses katalitik penting untuk produksi gas sintesis berdasarkan tiga reaksi utama berikut:



Reaksi berjalan melalui suatu katalis komersial dan perolehan gas-sintesis (CO + 2H₂) mempunyai rasio H₂/CO sekitar 2 : 1 (mol/mol). Komponen utama gas sintesis di hasilkan baik secara langsung maupun secara tidak langsung dari metana (Gambar 1).^[4] Pemakaian gas bumi melalui gas sintesis di Indonesia adalah, antara lain pabrik metanol, pupuk dan plan hidrogen.

B. Olefin Rendah

Proses reformasi termal dari *associated gas* (C₂, C₃ dan C₄), nafta dan distilat menghasilkan olefin rendah (Tabel 3).^[4] Tiga komponen utama olefin (etilena, propilena, dan butadiena) dipakai untuk produksi petrokimia.

Etilena di pakai sekitar 30% untuk petrokimia, seperti plastik, *antifreeze*, serat dan suatu pemakaian luas dari komponen alkohol, vinilasetat dan alfa-

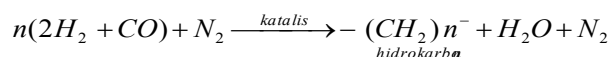
olefin. Pembuatan olefin pada Pusat olefin Chandra Asih di Indonesia memakai umpan fraksi nafta.

C. Gas To Liquid

Gas to liquid GTL adalah konversi gas bumi menjadi cair yang terdiri atas dua tahap proses berikut:

- Proses Gasifikasi gas bumi menjadi menjadi gas sintes
- Proses *Fischer-Tropsel* gas sintes menjadi hidrokarbon cair.

Campuran gas-sintes dan nitrogen di tekan dan dimasukkan ke dalam proses Fischer-Tropsel untuk memproduksi hidrokarbon cair (parafin dan olefin) dan wax (Gambar 2), melalui reaksi berikut.



Produk hidrokarbon cair dan wax dapat di konversi menjadi bahan bakar minyak sintetik dan bahan dasar pelumas sintetik.

- Bahan Bakar Minyak Sintetik

Hidrokarbon cair dan wax dapat dikonversi dengan bantuan proses penghidrorengkahan selektif menjadi bahan bahan minyak sintetik, antara lain minyak diesel - 60% vol, minyak tanah - 25% vol dan nafta - 15% vol yang karakteristiknya di sajikan pada Tabel 4. Sejak 1850, proses Sasol di Afrika Selatan, telah memproduksi hidrokarbon cair (minyak sintetik) dari batubara.^[5]

Kombinasi proses *Fischer-Tropsch Sasol*, akan memungkinkan industri energi untuk mengkonversi gas bumi di daerah terpencil atau associated gas dari pemisahan minyak bumi, menjadi bahan bakar sintetik bermutu tinggi.

Satu plan sintesa distilat sedang (SMDS) berkapasitas 60 mb/d telah dioperasikan oleh Shell *Global Solution* sejak 1960 di Bintulu Malaysia.^[3] *Syntroleum* berkolaborasi dengan ARCO (sekarang BP) memulai untuk mengoperasikan proses GTL berkapasitas 70 BPD dengan disain

reaktor *slurry*, yang demonstrasi plannya dimulai 2003.^[6]

Sejak 2001, *Syntroleum* bersama Texaco, Marathon, ARCO, Enron, Kev Mc. Gee, Isanhoe dan Burrup Peninsula. Australia, mengoperasikan *plan* GTL berkapasitas 10 nmb/d menjadi normal-parafin, bahan dasar pelumas sintetik, *drilling fluit* dan beberapa bahan bakar sintetik.^[7]

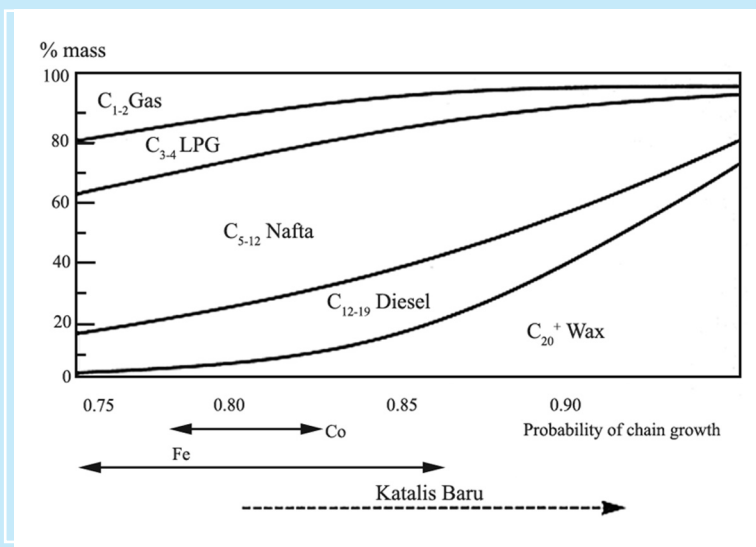
Dari prospektif kebutuhan energi, peranan proses GTL ini dapat mengurangi industri perminyakan berbahan baku minyak bumi konvensional yang memerlukan investasi besar dalam proses pemurnian dalam rangka memenuhi ketatnya persyaratan distilat sedang.

- Bahan Pelumas Dasar Sintetik

Bahan dasar pelumas sintetik telah dibuat dari sintesa kimia atau organik, sebagai tandingan ter-

Tabel 4
Spesifikasi minyak diesel sintetik

Spesifikasi	Minyak diesel sintetik	SDMS	EPA no 2
<i>Specific gravity</i>	0.77	0.776	0.85
Sulfur, ppm	0	0	350
Aromatik, vol %	0	<0.05	31
Angka setana	74	81	47



Gambar 2
Distribusi Produk Fischer-Tropsch

hadap ekstraksi yaitu proses konvensional seperti pada refinery unit (RU) IV Cilacap atau proses hidrokonsersi refinery unit (RU) II Dumai berbahan minyak bumi.

Hidrokarbon parafinik berat atau *wax* dari produk *Fischer-Tropsch* (pada *GTL Process*) dapat diolah pada proses katalitik hydro dewaxing menjadi bahan dasar pelumas sintetik berindeks viskosita tinggi yang memenuhi grup API III / IV.[7]

Dua proyek GTL yaitu Exxon-Mobil dan Shell dalam pembangunan yang akan memproduksi bahan dasar pelumas sintetik tersebut, akan memasuki pasaran pada 2010. Jika teknologi GTL masuk ke pasar di masa depan, di mana masih ada beberapa faktor yang harus di sempurnakan untuk memproduksi bahan dasar pelumas sintetik tersebut agar dapat bergabung berkompetisi dalam bahan dasar pelumas bermutu tinggi.

IV. PENUTUP

Gas bumi adalah suatu sumber energi, seperti bahan bakar gas (*gas pipeline compressed dan liquefid petroleum gas*) natural gas-CNG) dan juga sebagai suatu bahan baku untuk industri petrokimia, antara lain pembuatan umpan gas-sintes ($\text{CO} + \text{H}_2$) dan hidrokarbon olefin yang selanjutnya diolah menjadi berbagai jenis produk petrokimia seperti: plastik, karet sintetik serat sintetik dan bahan kimia.

Proses *Gas to Liquid* dapat menghasilkan minyak solar sintetik bermutu tinggi dan bahan dasar pelumas

sintetik berindeks viskositas tinggi yang memenuhi grup API III/IV.

KEPUSTAKAAN

1. **E. Wibowo** and **Y.K Caryana**, 2007, Gas Quality Challenges to Support Developing of Natural Gas as Fuel for Vehicles in Indonesia, the 5th ASIAN Petroleum Technology Symposium, Jakarta, January 23-25.
2. **F.J.M Schrauwen**, 2003, Shell Middle Distillate Synthesis (SDMS) Process, PP 15-40, Hanbook of Petroleum Refining Process 3rd edition, Mc Graw Hill, New York.
3. Hydrocarbon ASIA Journal, March 2000, p 68 and July/August-2000, p81.
4. **Larry Weick** and **Matthew Numino**, 2003, The Syntroleum Process of Converting Natural Gas into Ultraclean Hydrocarbons, PP 15-15/15-24, Hanbook of Petroleum Refining Process, 3rd Edition, Mc Graw-Hill, New York.
5. **Lewis F. Hatch** and **Sámi Matter**, 1981, From Hydrocarbons to Petrochemicals, Gulf Publishing Co, Paris.
6. Natural Gas Technology Ap 1-41, Natural Gas Engineering, Mc Graw-Hill, New York, 1990.
7. **Ronald H Fisscher** and **Richard E. Hilderand**, 1979, Transportation Fuels Synthesis Gas, pp 331-343, Symposium Paper, Advances in Coal Utilization Technology, Kentucky.