

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1. Latar Belakang**

Energi merupakan sektor yang sangat penting dalam menunjang berbagai aspek di bidang ekonomi dan sosial. Seringkali energi digunakan sebagai tolok ukur kesejahteraan suatu negara. Indonesia sebagai salah satu negara yang masih sangat bergantung pada bahan bakar fosil, terutama minyak bumi, tidak pernah lepas dari krisis energi. Hal ini tentunya dapat menimbulkan ancaman serius bagi kestabilan ekonomi dan sosial di Indonesia.

Berbagai kebijakan telah dikeluarkan pemerintah dalam rangka memerangi krisis energi. Mulai dari konversi Bahan Bakar Minyak (BBM) ke Bahan Bakar Gas (BBG) untuk keperluan rumah tangga pada tahun 2007, menaikkan harga bahan bakar minyak untuk menekan penggunaan yang berlebihan, hingga konversi BBM ke BBG untuk kendaraan bermotor yang baru-baru ini diuji-cobakan. Meskipun demikian, kebijakan-kebijakan tersebut dinilai masih kurang mampu menanggulangi krisis energi di Indonesia. Sebaliknya kebijakan-kebijakan tersebut menimbulkan permasalahan baru terkait krisis energi. Sebagaimana yang dilansir oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), negara kita yang sebelumnya lebih banyak mengekspor daripada mengimpor LPG, sejak 2010 harus mengimpor LPG hingga hampir dua kali lipat dari tahun 2009 untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga dan industri, serta tidak mampu lagi mengekspor LPG [1].

Solusi untuk permasalahan ini sebenarnya sangatlah sederhana, yaitu dengan melakukan diversifikasi energi seperti yang tertuang dalam Peraturan Presiden RI Nomor 05 Tahun 2006 mengenai diversifikasi energi dengan mengembangkan energi alternatif. Sudah banyak wacana dan inovasi mengenai energi alternatif yang sekiranya bisa menggantikan bahan bakar seperti minyak bumi dan LPG. Namun masih belum ada realisasi yang pasti mengenai hal ini.

Beberapa tahun terakhir ini, pemerintah mulai serius untuk merealisasikan energi alternatif pengganti LPG, yaitu *Dimethyl Ether* (DME). DME sudah banyak digunakan di negara-negara maju sebagai energi alternatif. Salah satunya adalah

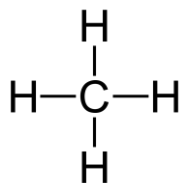
Jepang, di mana pertama kali pabrik DME didirikan pada tahun 2002 untuk menganggulangi krisis energi di Jepang. Mengikuti jejak diversifikasi energi yang dilakukan oleh negara-negara maju, Pertamina yang bekerja sama dengan PT Arrtue Mega Energie mendirikan pabrik DME di Cilegon, Banten dan Eretan, Jawa Barat yang beroperasi sejak 2012. Pertimbangan pemilihan DME sebagai energi alternatif pengganti LPG didasarkan pada sifat DME yang mirip dengan LPG. Gas yang seringkali digunakan sebagai propelan pengganti gas CFC pada aerosol ini ternyata lebih ramah lingkungan karena gas emisi yang dihasilkan ( $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$  dan  $\text{NO}_x$ ) lebih sedikit daripada LPG. DME juga memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan bakar kendaraan bermesin diesel karena memiliki bilangan cetane lebih tinggi (55 – 60) dibandingkan dengan solar yang hanya 40-55. Sifatnya yang tidak korosif dan mudah ditekan menjadikan DME sebagai bahan bakar yang ekonomis dari segi pengemasan. DME juga merupakan sumber energi yang terbarukan. Sintesisnya tidak terbatas hanya dari gas alam, tetapi bisa juga dari metanol dan berbagai macam biomassa [2-4]. Keunggulan-keunggulan ini menjadikan DME sebagai energi alternatif yang sangat cocok untuk dimanfaatkan dan dikembangkan di Indonesia.

Sejauh ini penggunaan DME masih sebatas sebagai campuran pada LPG. Penggunaan DME sepenuhnya membutuhkan modifikasi pada instrumentasi untuk penerapan sehari-hari yang tentunya tidak mudah dilakukan secara massal [2, 3]. Selain itu, produksi DME dalam negeri yang masih belum mampu *cover* kebutuhan BBG, membuat DME masih belum bisa menggantikan LPG sepenuhnya. Hal inilah yang mendasari pendirian pabrik DME di Bontang, Kalimantan Timur.

## **I.2. Sifat – Sifat Bahan Baku dan Produk**

### **a. Metana**

Bahan baku utama yang digunakan untuk pembuatan DME adalah metana yang diperoleh dari gas alam. Pemilihan gas alam sebagai bahan baku didasari oleh proses pengolahannya yang mudah dan sederhana sehingga tidak membutuhkan banyak peralatan. Gas alam terdiri dari berbagai macam hidrokarbon seperti metana, etana, propana dan butana, serta gas-gas seperti nitrogen dan karbon dioksida, dengan kandungan metana yang terbesar yaitu mencapai  $\geq 90\%$ . Struktur dan karakteristik metana disajikan pada Gambar I.1 dan Tabel I.1.



Gambar I. 1. Struktur molekul metana

Tabel I. 1. Karakteristik metana [5]

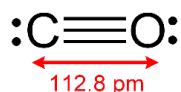
Rumus Molekul	Karakteristik	Keterangan
CH <sub>4</sub>	Bentuk Fisik	Gas, <i>flammable</i> , tidak berwarna, tidak berbau.
	Berat molekul (g/gmol)	16,04
	Densitas (g/mL)	0,00067 (21,1°C, 1 atm)
	Titik lebur (°C)	-182,6
	Titik didih (°C)	-161,4

**b. *Synthesis Gas* (syngas)**

*Synthesis gas* (*syngas*) merupakan sebutan untuk campuran gas karbon monoksida (CO) dan hidrogen (H<sub>2</sub>), serta sedikit kandungan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Syngas dapat dikonversi dari berbagai sumber seperti gas alam, batubara dan berbagai macam biomassa yang mengandung senyawa hidrokarbon. Dalam aplikasinya di dunia industri *syngas* seringkali digunakan sebagai bahan baku untuk sintesa amonia dan metanol.

**1. Karbon Monoksida (CO)**

Struktur molekul karbon monoksida dan karakteristik molekulnya disajikan pada Gambar I.2. dan Tabel I.2.



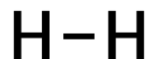
Gambar I. 2. Struktur molekul karbon monoksida

Tabel I. 2. Karakteristik karbon monoksida [5]

Rumus Molekul	Karakteristik	Keterangan
CO	Bentuk Fisik	Gas, tidak berwarna, tidak berbau, beracun
	Berat molekul (g/gmol)	28,01
	Densitas (g/mL)	0,968(pada 20°C, 1 atm)
	Titik lebur (°C)	-207
	Titik didih (°C)	-192
	Solubilitas dalam air (v/v)	0,035 (pada 0°C, 1 atm)

## 2. Hidrogen (H<sub>2</sub>)

Struktur molekul hidrogen dan karakteristik molekulnya disajikan pada Gambar I.3. dan Tabel I.3.



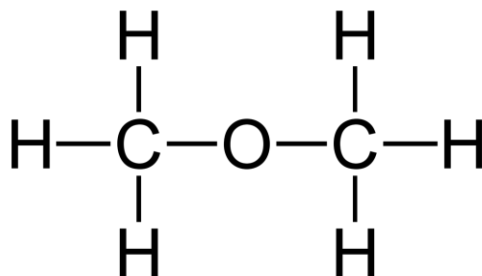
**Gambar I. 3. Struktur molekul hidrogen**

**Tabel I. 3. Karakteristik hidrogen [5]**

Rumus Molekul	Karakteristik	Keterangan
H <sub>2</sub>	Bentuk Fisik	Gas, tidak berwarna dan berbau
	Berat molekul (g/gmol)	2,02
	Densitas (g/mL)	0,06948 (pada 20°C, 1 atm)
	Titik lebur (°C)	-259,1
	Titik didih (°C)	-252,7
	Solubilitas dalam air (v/v)	0,021 (pada 0°C, 1 atm)

### c. *Dimethyl Ether* (DME)

DME merupakan gas yang tidak berwarna pada kondisi lingkungan dan mudah dicairkan pada tekanan yang relatif rendah.. Karakteristik fisik dan kimia DME yang sangat mirip dengan LPG membuatnya potensial untuk dikembangkan sebagai energi alternatif pengganti LPG. DME juga unggul sebagai bahan bakar yang ramah lingkungan karena emisi gas beracun yang dihasilkannya jauh lebih rendah dari LPG serta tidak menimbulkan jelaga. Penggunaan DME sebagai sumber energi alternatif telah diterapkan dan dikembangkan diberbagai negara seperti Jepang, China, Mesir, India, Korea ,Uzbekistan dan Vietnam [3, 4]. Struktur molekul DME dan karakteristik molekulnya disajikan pada Gambar I.4. dan Tabel I.4.



**Gambar I. 4. Struktur molekul DME**

**Tabel I. 4. Karakteristik DME [5]**

<b>Rumus Molekul</b>	<b>Karakteristik</b>	<b>Keterangan</b>
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	Bentuk Fisik	Tidak berwarna
	Berat molekul (g/gmol)	46,07
	Densitas (g/mL)	0,670
	Titik didih (°C)	-25,1
	Titik beku (°C)	-138,5

### I.3. Kegunaan dan Keunggulan Produk

Seperti yang dilansir oleh *International DME Association (IDA) Fact Sheet No.1* tahun 2010, berikut ini adalah berbagai keunggulan DME jika dibandingkan dengan LPG,

- a. DME memiliki sifat yang hampir sama dengan LPG

**Tabel I. 5. Perbandingan sifat kimia antara DME dan LPG [3]**

<b>Sifat Kimia</b>	<b>Satuan</b>	<b>DME</b>	<b>LPG</b>
Tekanan Uap	kPA	530	520
Densitas cairan	kg/m <sup>3</sup>	667	540
Kalor	MJ/kg	28,8	46
<i>Bottel Fill</i>	%	85	80
<i>Mass/Bottle Unit Vol</i>	kg/m <sup>3</sup>	567	432
<i>Energy/Bottle Unit Vol</i>	GJ/m <sup>3</sup>	16,3	19,9

- b. DME lebih ekonomis
- Harga DME relatif stabil karena tidak terpengaruh oleh inflasi harga minyak dunia, maupun kenaikan harga propana dan butana.
  - DME dapat disintesa dari berbagai macam bahan baku seperti gas alam, batubara, metanol dan berbagai macam biomassa seperti sampah organik dan limbah pertanian. Hal ini tentunya mampu mengurangi ketergantungan energi dari impor minyak dan LPG.
  - Proses sintesanya yang mudah (hanya terdiri dari dua tahap utama untuk sintesa langsung) sehingga tidak membutuhkan modal yang terlalu besar untuk penyediaan infrastruktur.
  - Sifat DME yang tidak korosif dan mudah ditekan membuat pengemasannya lebih sederhana.
- c. DME lebih ramah lingkungan

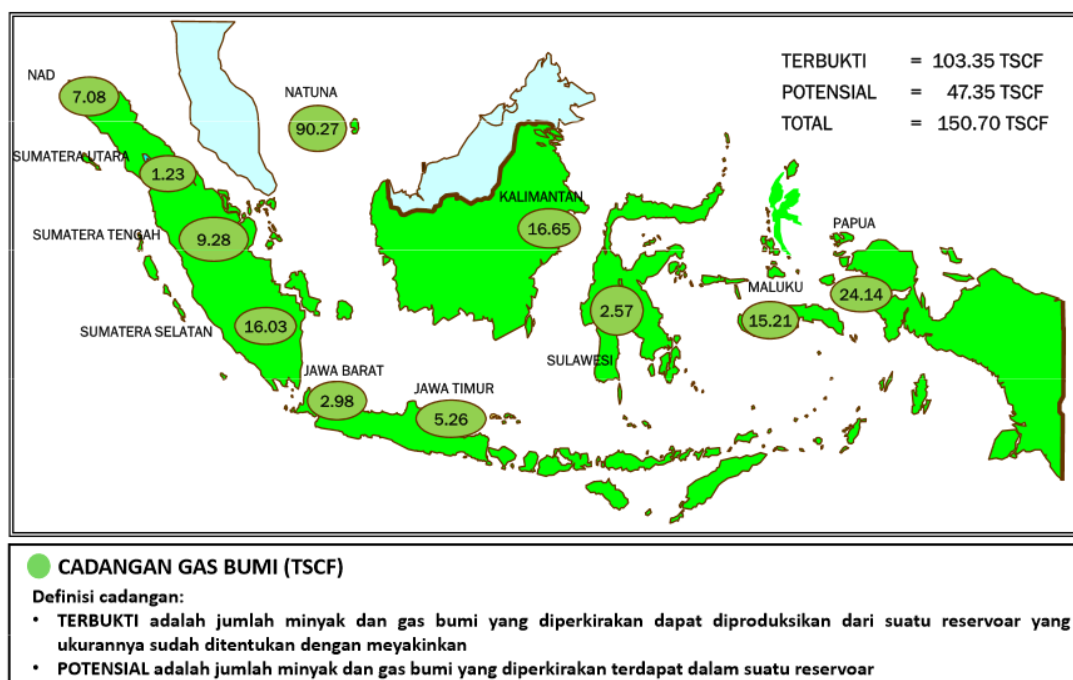
Gas emisi yang dihasilkan dari pembakaran campuran DME-LPG menunjukkan adanya penurunan emisi CO<sub>2</sub> sebesar 30 – 80%, penurunan emisi NO<sub>x</sub> sebesar 5 – 15%, serta penurunan emisi CO dan HC jika dibandingkan dengan pembakaran LPG tanpa campuran DME. Hal ini tentunya dapat mengurangi kerusakan ozon lebih lanjut yang disebabkan oleh emisi NO<sub>x</sub> dan CO, serta mengurangi pemanasan global yang diakibatkan oleh gas CO<sub>2</sub>.

d. DME lebih aman dan stabil

Pengujian terhadap DME dan LPG pada kondisi penyimpanan normal membuktikan bahwa DME lebih stabil daripada LPG. Kemudahan DME untuk ditekan juga sangat memudahkan proses distribusi.

#### **I.4. Ketersediaan Bahan Baku dan Analisis Pasar**

Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan DME adalah gas alam yang berasal dari Bontang, Kalimantan Timur. Cadangan gas alam yang tersedia di Bontang mencapai 16,65 *Trillions Square Cubic Feet* (TSCF) yang membuatnya mendapat predikat sebagai cadangan gas alam terbesar ketiga di Indonesia setelah Laut Natuna dan Teluk Bintuni, Papua Barat, sesuai dengan data yang dilansir oleh Ditjen MIGAS pada 2012. Peta cadangan gas alam di Indonesia disajikan pada Gambar I.5.



Sumber : Ditjen MIGAS  
 TSCF = Trillion Square Cubic Feet

Status : Jan 2012

**Gambar I. 5. Cadangan gas alam Indonesia [6]**

Komposisi gas alam Bontang tersaji pada Tabel I.6,

**Tabel I. 6. Komposisi gas alam bontang [7]**

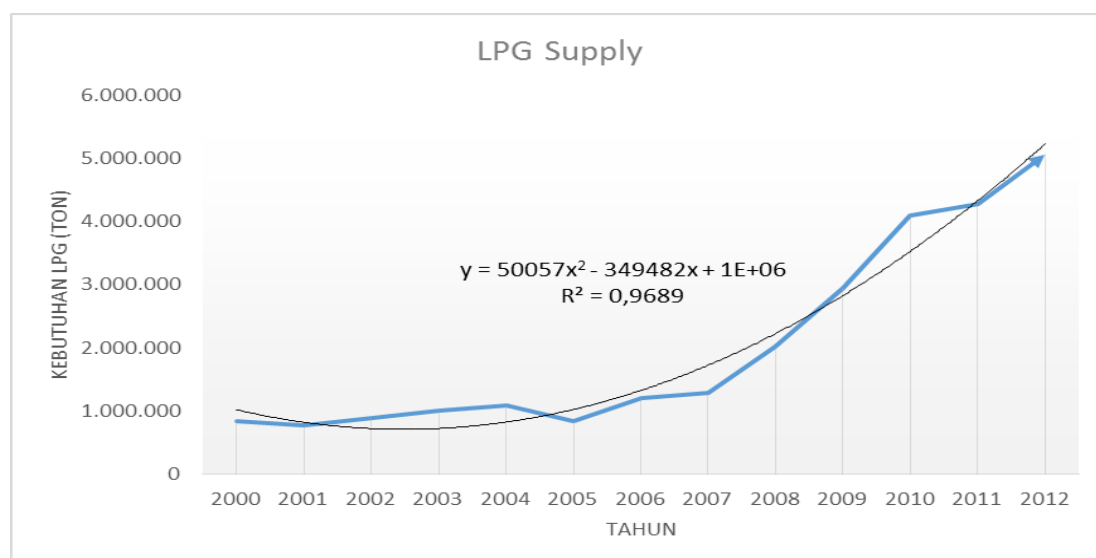
Komponen	%
Metana	89,71
Etana	5,43
Propana	2,97
Butana	1,39
Nitrogen	0,50
CO <sub>2</sub>	0,00

Penentuan kapasitas produksi didasarkan pada kebutuhan LPG pada saat pabrik akan mulai beroperasi, yaitu pada tahun 2019. Tabel I.7 berikut ini menyajikan data suplai LPG dari tahun 2000 hingga 2012 seperti dilansir dalam *Handbook of Energy and Economic Statistics of Indonesia 2013* yang dipublikasikan oleh Kementerian ESDM,

**Tabel I. 7. Suplai LPG 2000 – 2012 [1]**

Tahun	Produksi (Ton)	Ekspor (Ton)	Impor (Ton)	Kebutuhan (Ton)
2000	2.087.669	1.253.197	0	834.472
2001	2.187.677	1.423.928	0	763.749
2002	2.110.682	1.217.410	0	893.272
2003	1.927.318	1.033.672	111.178	1.004.824
2004	2.026.935	981.780	32.994	1.078.149
2005	1.827.814	1.015.366	22.166	834.614
2006	1.428.490	289.698	68.997	1.207.789
2007	1.409.430	268.511	137.760	1.278.679
2008	1.690.766	100.500	418.139	2.008.405
2009	2.125.218	88.463	917.171	2.953.926
2010	2.478.371	0	1.621.959	4.100.330
2011	2.285.439	0	1.991.774	4.277.213
2012	2.492.609	0	2.573.670	5.066.279

Dari data tersebut diperoleh grafik Kebutuhan LPG 2000 – 2012 pada Gambar I.6.



**Gambar I. 6. Kebutuhan LPG 2000 - 2012**

Dengan melakukan regresi pada grafik tersebut diperoleh persamaan untuk menentukan kebutuhan LPG pada tahun 2019 sebagai berikut,

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan LPG} &= 50057 \cdot 19^2 - 349482 \cdot 19 + 1000000 \\ &= 12.430.419 \text{ ton} \end{aligned}$$

Campuran DME pada LPG yang diterapkan = 20:80

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan DME} &= 20\% \times \text{Kebutuhan LPG} \\ &= 20\% \times 12.430.419 \text{ ton} \\ &= 2.486.084 \text{ ton} \end{aligned}$$



Kebutuhan DME di atas sekiranya sudah dipenuhi sebagian oleh pabrik DME di Indonesia yang telah berdiri pada 2019. Berikut ini adalah daftar pabrik-pabrik DME di Indonesia [2].

1. PT. Bumi Tangerang Gas Industri di Tangerang memproduksi DME berbahan baku metanol dengan kapasitas 3000 ton/tahun
2. Pertamina dan PT. Arrtue Mega Energie di Cilegon, Banten dan Eretan, Jawa Barat memproduksi DME berbahan baku metanol dari batubara low-grade dengan kapasitas 840.000 ton/tahun
3. Ferrostaal AG (perusahaan Jerman) berencana membangun pabrik DME berbahan baku LNG dari Tangguh LNG di Papua Barat dengan kapasitas 200.000 ton/tahun. Pabrik ini akan beroperasi pada 2016.

Dari data di atas dapat diperkirakan kebutuhan DME yang sudah dipenuhi pada 2019 sebesar 1.043.000 ton. Kebutuhan yang belum terpenuhi adalah sebesar 1.443.084 ton. Maka dari itu pabrik kami akan memenuhi 0,5% dari kebutuhan DME yang belum *tercover* sebesar 7.215,42 ton  $\approx$  7.200 ton/tahun.