

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ketergantungan dunia terhadap minyak bumi yang sangat didominasi oleh bahan bakar fosil (berbasis hidrokarbon) perlu diperhatikan karena dapat mengakibatkan dampak dalam berbagai sektor. Hal ini juga sangat merugikan bagi berbagai Negara berkembang seperti Indonesia. Indonesia sebagai salah satu negara penghasil minyak bumi terbesar didunia belum cukup untuk menutupi kebutuhannya sendiri. Bahan bakar minyak masih dominan sebagai bahan bakar yang digunakan masyarakat dalam berbagai sektor, di mana masa mendatang kebutuhan masyarakat dipastikan mengalami peningkatan seiring kemajuan industri. Namun di sisi lain, minyak bumi merupakan bahan bakar tak terbarukan yang dapat menyebabkan permasalahan tertentu apabila suatu saat nanti cadangan minyak dunia telah habis. Pemanfaatan minyak bumi sebagai bahan bakar sektor industri, transportasi, dan rumah tangga tidak hanya disoroti dari sisi keterbatasan cadangannya, namun juga menimbulkan emisi gas buang (CO_2 , NO_x , dan SO_x) yang berdampak buruk bagi lingkungan (Sa'adah,2017).

Upaya pengembangan bahan bakar alternatif sebagai pengganti BBM menjadi tuntutan yang semakin menguat, di mana pertimbangan untuk menjadikan bahan bakar alternatif baru yang memiliki dampak terhadap masyarakat, antara lain dampak gas rumah kaca yang dihasilkan, jumlah cadangan, kesesuaian penggunaan pada sektor transportasi, kemudahan penggunaan pada berbagai sektor, infrastruktur, ketersediaan, ekonomis, dan

aman. Oleh karena itu, Pemerintah mengambil tindakan dengan mengeluarkan Peraturan Presiden No. 5/2006 tentang kebijakan energi nasional tentang penyediaan dan pemanfaatan bahan bakar alternatif sebagai bahan bakar lain berusaha untuk mengatasi hal tersebut di atas.

Salah satu bahan baku alternatif yang prospektif adalah bahan bakar gas (BBG) karena bahan bakar gas lebih murah dan ramah lingkungan. Didalam pemilihan bahan bakar alternatif yang harus dipertimbangkan diantaranya yaitu ramah lingkungan, efisiensi energi tinggi, dapat diperbaharui (*renewable*) dan *drop in substitute* (pengganti langsung) atau sedikit modifikasi pada komponen mesin. Salah satu bahan bakar gas yang sering digunakan di Indonesia adalah *Liquefied Petroleum Gas* (LPG). Permintaan LPG di Indonesia semakin hari semakin meningkat guna mendukung program pemerintah tentang konversi minyak tanah (*kerosene*) ke LPG (Indartono,2012).

Kementrian ESDM tahun 2010 menjelaskan bahwa salah satu bahan bakar alternatif pengganti LPG yang memiliki potensi untuk dikembangkan dan ramah lingkungan yaitu dimetil eter (DME), karena tidak menghasilkan gas emisi (CO_2 , NO_x , dan SO_x) pada saat pembakaran. DME memiliki sifat yang sama dengan propana dan butane yang merupakan senyawa pembentuk LPG, sehingga DME dapat didistribusikan dan disimpan menggunakan teknologi penanganan LPG. Wahid dan Gunawan (2015), menjelaskan bahwa penggunaan DME sebagai bahan bakar alternatif pengganti LPG telah dilakukan di negara Jerman, Belanda Australia, Taiwan, China dan Jepang menggunakan DME dan terus melakukan pengembangan produksi hingga sekarang.

Sesuai dengan Peraturan Menteri ESDM No 29 Tahun 2013 tentang Penyediaan, Pemanfaatan dan Tata Niaga Dimetil Eter sebagai Bahan Bakar dan ditetapkan bahwa Dimetil Eter (DME) sebagai bahan bakar. Adanya peraturan ini karena penggunaan DME sebagai bahan bakar sangat menjanjikan di Indonesia. *Dimethyl Ether* memiliki mono struktur kimia yang sederhana ($\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$) berbentuk gas pada *ambient temperature* (suhu lingkungan) dan dapat dicairkan seperti halnya *Liquefied Petroleum Gas* (LPG), sehingga infrastruktur untuk LPG dapat digunakan juga untuk *Dimethyl Ether*. Bahan bakar ini adalah bahan bakar yang *multi source* (banyak sumber), dapat diproduksi dari berbagai bahan baku diantaranya *natural gas*, *fuel oil*, batubara, limbah plastik, limbah kertas, limbah pabrik gula atau *biomass* (Chumaidi, dkk, 2016).

Pada saat ini, *Dimethyl Ether* diproduksi dari natural gas yaitu melalui reaksi dehidrasi dari metanol dan penggunaannya sebagian besar adalah untuk *aerosol propellant* (gas pendorong) sebagai pengganti dari CFC (*chlorofluorocarbon*) pada *hair spray* atau *deodorant* serta penggunaan masih dalam jumlah terbatas sebagai bahan bakar rumah tangga berupa campuran (*blended*) (Chumaidi, dkk, 2016).

1.2. Sejarah dan Perkembangan

Dimetil eter (DME) merupakan gas sederhana yang tidak beracun, tidak mengandung sulfur, nitrogen, sehingga emisi seperti SO_x , NO_x , serta jelaga lebih rendah dari solar. Pada tahun 1809, P.Bollay adalah orang yang pertama kali mengenalkan pembuatan dimetil eter melalui proses dehidrasi metanol secara

kontinyu dengan menggunakan katalis asam sulfat. Proses ini distandarisasi di Amerika Serikat dan disebut dengan proses Barbet.

Proses dehidrasi fase liquid metanol dengan menggunakan asam sulfat sebagai katalis memerlukan biaya yang relatif mahal, terutama untuk proses recovery katalis. Hal ini dikarenakan sifat H_2SO_4 yang bisa menyebabkan korosi, maka perlu serangkaian peralatan khusus yang memiliki tingkat ketahanan tinggi terhadap korosi. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperkenalkan proses reaksi dalam fase uap dengan menggunakan katalis asam sulfat. Jenis reaksi yang paling umum dilakukan yaitu pada tekanan dibawah atmosferik.

Pada tahun 1984, dikembangkan proses pembentukan dimetil eter dari reaksi fase uap metanol dengan menggunakan katalis gamma-alumina berpori dan Besi (III) Oksida. Tahun 1989, dikembangkan proses dehidrasi fase uap dari metanol dengan menggunakan katalis gamma-alumina dengan memasukkan 5-45% berat steam atau air ke dalam 100% berat metanol, sehingga mengurangi terbentuknya deposit karbon dipermukaan katalis. Tahun 1990, proses tersebut dikembangkan dengan katalis alumina dan logam oksida golongan 3A.

Pabrik Dimetil Eter (DME) kali pertama berdirinya di Jepang di tahun 2002 guna mengatasi krisis energi disana. Didirikan oleh developer JFE Holdings (*Jeiefui Horudingusu Kabushikigaisha*), pabrik DME dibuat menggunakan proses *direct synthesis* menghasilkan kapasitas 5 ton/hari. Tahun berikutnya, pabrik dimetil eter juga berdiri di China dengan kapasitas 10.000 ton/tahun oleh Developer TEC (*Toyo Engineering Corporation*). Selain berdiri di China, Jepang juga mendirikan pabrik DME kedua di Kushiro, Jepang dengan kapasitas produksi

5 ton/hari oleh developer JFE Holdings (*Jeiefui Horudingusu Kabushikigaisha*), dan di tahun 2005 bertambah menjadi 100 ton/hari.

Pada tahun 2006, Iran mendirikan pabrik dimetil eter dengan kapasitas lebih besar yaitu 80.000 ton/tahun menggunakan gas alam sebagai bahan baku. Di tahun 2008, pabrik DME dari *methanol grade AA* dengan kapasitas 80.000 ton/tahun di Niigata, Jepang didirikan oleh *Mitshubisi Gas Corporation* (MGC). Di Indonesia telah ada pabrik pembuatan *Dimethyl Ether* (DME) yang dikelola oleh PT. Bumi Tangerang Gas Industri. Di Asia Tenggara, pabrik Bumi Tangerang menjadi satu-satunya pabrik dimetil eter yang menggunakan bahan baku metanol, maka yang terjadi hanyalah reaksi dehidrasi metanol. Kapasitas produksinya yaitu sekitar 3000 ton/tahun.

1.3. Kegunaan Produk

Menurut Sa'adah (2017), DME saat ini banyak digunakan diberbagai sektor antara lain sebagai berikut :

1. Bahan tambahan pada pembuatan LPG
2. Sebagai bahan bakar alternatif kendaraan yang ramah lingkungan.
3. Sebagai *aerosol propellant* (gas pendorong) sebagai pengganti dari CFC (*chlorofluorocarbon*) pada *hair spray* atau *deodorant*.
4. Sebagai *Raw Material* untuk pembuatan bahan-bahan kimia.

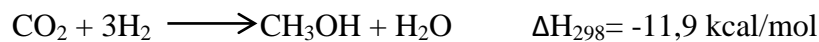
1.4. Macam-macam Proses Pembuatan Dimetil Eter

Menurut Mendez (2016), Produksi dimetil eter dari syngas memiliki 3 tahapan reaksi yaitu reaksi *water gas shift*, reaksi sintesis metanol, dan dehidrasi

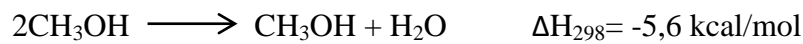
metanol. Berdasarkan reaksi-reaksi tersebut proses pembentukan dimetil eter terbagi menjadi 2 proses yaitu sebagai berikut:

1.4.1. *Indirect Synthesis*

Sintesa DME dengan menggunakan *indirect process* pertama kali diperkenalkan oleh Uhde Corp Amerika pada tahun 1940. Pada proses *indirect* (tidak langsung) ini memiliki 2 tahapan reaksi, dimana reaksi pertama syngas akan dikonversi menjadi metanol, berikut reaksinya :



Selanjutnya, DME diproduksi melalui proses dehidrasi metanol dengan reaksi sebagai berikut :

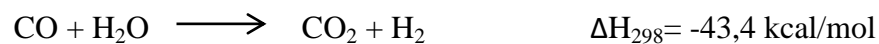
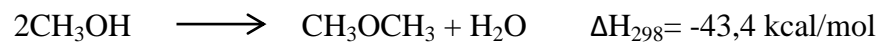
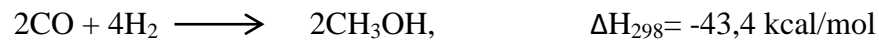


Dari proses ini *syngas* diperoleh dari *steam reforming* dengan katalis Ni/ α -alumina. Teknologi *Indirect synthesis* sudah banyak digunakan oleh industry untuk memproduksi DME, antara lain *Haldor Topsoe*, *Lurgi*, *Mitsubishi Gas Chemical Company*, *China Soutshwestern Reseach Institue of Chemical Industry*, *Toyo Engineering Corporation* dan *China Energy Jiutai Group*.

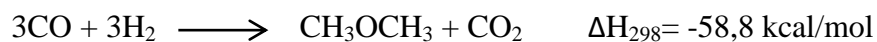
1.4.2. *Direct Synthesis*

Proses *direct synthesis* merupakan teknologi yang relatif baru dalam proses produksi DME. Sintesa DME dengan *direct process* disebut juga *Senderens method* karena ditemukan oleh Senderens pada tahun 1998. Proses ini

hanya menggunakan 1 tahapan dan 1 reaktor. Dimana didalam reaktor akan terjadi 3 reaksi sekaligus, berikut reaksinya :



Reaksi sintesis metanol, dehidrasi metanol, dan reaksi *water gas shift* terjadi dalam 1 reaktor, setelah sebelumnya syngas dihasilkan terlebih dahulu. Dari reaksi-reaksi tersebut didapatkan *overall reaction* sebagai berikut :



Salah satu teknologi *direct synthesis* yang luar biasa adalah JFE process, dan sudah diterapkan di pabrik DME JFE Group yang terletak di Ohno, Jepang. Proses direaktor memiliki kondisi operasi 260°C dan 5 MPa dengan rasio H₂/CO adalah 1. Guna mendapatkan rasio H₂/CO yang diinginkan, maka jenis reformer yang digunakan ialah *dry reformer*. dimana reaksinya adalah sebagai berikut :



1.5.Sifat Fisika

1.5.1. Sifat Fisika Bahan Baku

1.5.1.1. *Natural Gas*

a. Metana

Rumus molekul = CH₄

Fase = Gas

Berat molekul = 16,04 g/mol

Titik didih, 1 atm	= -162°C
Titik lebur	= -187,2°C
Kapasitas kalor	= 35,69 J/mol.K
Densitas	= 0,657 kg/m ³

b. Etana

Rumus molekul	= C ₂ H ₆
Fase	= Gas
Berat molekul	= 30,07 g/mol
Titik didih, 1 atm	= -89°C
Titik lebur	= -182,8°C
Kapasitas kalor	= 52,49 J/mol.K
Densitas	= 0,545 kg/m ³

c. Propana

Rumus molekul	= C ₃ H ₈
Fase	= Gas
Berat molekul	= 44,10 g/mol
Titik didih, 1 atm	= -42°C
Titik lebur	= -187,7°C
Kapasitas kalor	= 73,60 J/mol.K
Densitas	= 439 kg/m ³

d. Butana

Rumus molekul	= C ₄ H ₁₀
Fase	= Gas

Berat molekul	= 58,12 g/mol
Titik didih, 1 atm	= -1°C
Titik lebur	= -140°C
Kapasitas kalor	= 98,49 J/mol.K
Densitas	= 573 kg/m ³

e. Pentana

Rumus molekul	= C ₄ H ₁₀
Fase	= Gas
Berat molekul	= 72,15 g/mol
Titik didih, 1 atm	= 36,1°C
Titik lebur	= -129,8°C
Densitas	= 626 kg/m ³

1.5.1.2. Syn Gas

a. Karbon Monoksida

Rumus molekul	= CO
Fase	= Gas
Berat molekul	= 28,0101 g/mol
Titik didih, 1 atm	= -192°C
Titik lebur	= -205°C
Densitas	= 1,145 g/L
Sifat khusus	= Mudah terbakar

b. Hidrogen

Rumus molekul	= H ₂
---------------	------------------

Fase	= Gas
Berat molekul	= 2,01588 g/mol
Titik didih, 1 atm	= -252,879°C
Titik lebur	= -259.16°C
Tekanan uap, 25°C	= 1,82 x 10 ⁻²¹ mmHg
Densitas,	= 1,515 kg/L

1.5.2. Sifat Fisika Produk Samping

a. Karbon Dioksida

Rumus molekul	= CO ₂
Fase	= Gas
Berat molekul	= 44,01 kg/kmol
Titik didih	= -78°C
Titik lebur	= -57°C
Densitas, 20°C	= 1,98 g/L
Viskositas	= 0,07 cP pada -78°C

b. Air

Rumus molekul	= H ₂ O
Fase	= Cair
Berat molekul	= 18,01 kg/kmol
Titik beku	= 0°C
Titik didih	= 100°C
Densitas, 25°C	= 0,9982 kg/L

c. Metanol

Rumus molekul	= CH ₃ OH
Fase	= Cair
Berat molekul	= 32,04 kg/kmol
Titik didih	= 66,3574°C
Titik lebur	= -97,6°C
Densitas	= 790,8 kg/m ³

1.5.3. Sifat Fisika Produk Utama

a. Dimetil eter

Rumus molekul	= CH ₃ OCH ₃
Berat molekul	= 46,0688 kg/kmol
Titik didih	= -24,8446°C
Titik lebur	= -141°C
Densitas	= 1,883 kg/m ³
Tekanan kritis	= 52,9996 atm
Viskositas	= 0,008668 cP