

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penggunaan bahan kimia saat ini banyak dibutuhkan untuk keperluan kosmetik, insektisida dan untuk bahan baku cat. Selain itu juga bahan baku yang digunakan untuk keperluan tersebut berbahaya pula bagi lingkungan juga. Setidaknya masih banyak sekali industri terutama industri kosmetik, insektisida, dan industri cat di seluruh dunia yang masih menggunakan bahan baku kimia untuk aerosol yang sangat berbahaya bagi lingkungan sehingga dapat membuat lingkungan menjadi rusak apabila bahan tersebut digunakan dalam takaran yang berlebihan, selain itu juga bila bahan kimia tersebut bila terkena manusia dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan penyakit seperti kanker, asma, dan penyakit yang berhubungan dengan sistem pernapasan lainnya. (Mandaris, dkk, 2011)

Salah satu bahan kimia yang dianggap tidak menimbulkan racun adalah dimetil eter. Dimetil eter yang ada di Indonesia digunakan sebagai aerosol *propellant* untuk industri kosmetik, industri obat nyamuk, serta untuk aerosol *propellant* pada industri cat karena tidak menimbulkan racun, lebih ramah lingkungan serta mudah ditransportasikan dan disimpan. (Mandaris, dkk, 2011)

Dimetil eter (DME) merupakan senyawa eter yang sederhana dengan rumus kimia CH_3OCH_3 , disederhanakan menjadi $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$. Dimetil eter memiliki nama IUPAC *Methoxymethane*. Dimetil Eter merupakan gas tidak berwarna, tidak beracun, tidak mengandung unsur sulfur (S) dan nitrogen (N), sehingga

memungkinkan emisi seperti SO_x , NO_x , *particulate matter* dan jelaga yang lebih rendah dari solar. Dimetil Eter juga tidak bersifat korosif terhadap metal. (Yoo *et al*, 2007)

Dimetil eter, selama ini dikenal sebagai *propellant* dalam industri parfum, obat pembasmi nyamuk, *foam* (sabun pencukur kumis bagi pria), pengharum ruangan, *colognes*, *hair sprays*, *personal care mouses*, *antiperspirants*, *room air fresheners*, dan industri *coating* serta otomotif. Namun, sekarang ini Dimetil Eter banyak dimanfaatkan sebagai salah satu sumber bahan bakar alternatif ramah lingkungan yang dapat menggantikan LPG, LNG, dan bahan bakar diesel.

Menipisnya cadangan minyak bumi dan batubara di Indonesia serta kecenderungan negara-negara maju dalam menggunakan bahan bakar yang ramah lingkungan. Pendirian pabrik dimetil eter di Indonesia akan memberikan dampak yang positif. Sehingga dengan didirikannya pabrik Dimetil Eter di Indonesia diharapkan masalah kebutuhan akan bahan bakar yang bersih dan ramah lingkungan di wilayah Asia Tenggara dapat dipecahkan. DME selain dapat dimanfaatkan di Industri dan transportasi serta pembangkit listrik sebagai substitusi minyak solar, juga berpeluang untuk menggantikan LPG sebagai bahan bakar di sektor rumah tangga, komersial dan industri, yang saat ini sebagian besar diimpor. (Boedoyo, 2010)

Berdasarkan sumber yang didapat bahwa satu satunya perusahaan yang memproduksi dimetil eter di Asia Tenggara yaitu PT. Bumi Tangerang Gas Industri yang berada di kota Tangerang provinsi Banten, Indonesia. Produksi tersebut tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan dimetil eter di Indonesia. Untuk

mencakupi kebutuhan dimetil eter yang tinggi, diperlukannya pendirian pabrik dimetil eter untuk memenuhi kebutuhan dimetil eter di Asia Tenggara khususnya Indonesia.

1.2. Sejarah dan Perkembangan

Pada tahun 1809 P. Bollay adalah orang yang pertama kali memperkenalkan proses dehidrasi kontinyu metanol 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 asam sulfat yang sangat korosif, sehingga diperlukan peralatan khusus yang memiliki tingkat ketahanan tinggi terhadap korosi.

Untuk mengatasi masalah tersebut, maka diperkenalkan proses reaksi dalam fase uap dengan menggunakan katalis asam sulfat. Jenis reaksi yang paling umum dilakukan yaitu pada tekanan dibawah atmosferik. Meskipun demikian, apabila ditinjau dari segi biaya untuk pemurnian produk dimetil eter, reaksi pada tekanan di bawah atmosferik ini kurang ekonomis.

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

masih dengan menggunakan reaksi fase uap, tetapi katalis yang digunakan adalah alumina dan logam oksida dari golongan 3A. Walaupun proses ini berlangsung pada temperatur rendah, aktivitas katalis tetap tinggi sehingga terbentuknya produk samping dapat dikurangi.

Dalam pertemuan kongres kelompok Insinyur Otomotif pada tahun 1995 oleh Haldor Topsoe A/S. Diperkenalkan suatu metode pembentukan dimetil eter dengan menggunakan katalis yang memiliki komposisi khusus dalam suatu *fixed bed reactor*, sehingga dimetil eter dapat diproduksi secara langsung dari gas-gas hasil sintesa. Selain itu, ada juga proses Lurgi Mega Dimetil Eter dimana gas alam disintesa menjadi metanol kemudian dimasukkan ke dalam *vessel* sehingga terbentuk campuran dimetil eter, air, dan hidrokarbon lainnya. Campuran ini kemudian didestilasi untuk mendapatkan dimetil eter yang murni.

Pada perkembangan selanjutnya diperkenalkan proses reaksi fase uap dengan menggunakan katalis padat seperti alumina dan proses tersebut dilakukan pada kondisi bertekanan. Di China Komersil Plant Dimetil Eter dengan kapasitas 30 ton/hari (10.000 ton/tahun) telah di bangun oleh Lituanhua Group Incorporation dengan lisensi teknologi dari Tokyo Engineering Japan yang *start up* di bulan Agustus 2003. Dengan keberhasilan ini maka dilanjutkan pembangunan lagi dengan kapasitas yang lebih besar yaitu 110.000 ton/tahun dan *start up* di akhir tahun 2005. Kemudian pada bulan Desember 2006, China telah menandatangani lagi kerjasama pembangunan Dimetil Eter Plant antara Lituanhua Group dan Tokyo Engineering dengan kapasitas yang jauh lebih besar lagi, yaitu

mencapai 1 juta ton/tahun di provinsi Mongolia yang akan menjadi kilang Dimetil Eter terbesar di dunia.

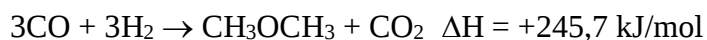
1.3. Macam-Macam Proses Pembuatan Dimetil Eter

Secara umum, sintesis senyawa gugus eter dilakukan dengan cara dehidrasi senyawa golongan alkohol. Ada tiga macam metode yang dilakukan untuk mensintesis dimetil eter yang digunakan pada skala industri, yaitu sintesis dimetil eter dari campuran CO dan H₂, proses dehidrasi metanol dengan menggunakan katalis asam sulfat dan proses dehidrasi metanol dengan menggunakan katalis alumina.

1.3.1. Pembuatan Dimetil Eter dari Campuran CO dan H₂

Pada proses ini, DME dapat dihasilkan dengan cara mencampurkan CO dan H₂ ke dalam reaktor yang mengandung katalis sintesa metanol, seperti katalis sistem Tembaga Oksida - Seng Oksida, sistem Seng Oksida - Kromium Oksida, sistem Tembaga Oksida - Seng Oksida/Kromium Oksida. Katalis dehidrasi metanol adalah katalis asam-basa seperti alumina, silika-alumina, dan zeolit. Metanol yang terbentuk merupakan *intermediet* yang kemudian diubah menjadi dimetil eter pada reaktor yang sama pada suhu antara 200°C-310°C.

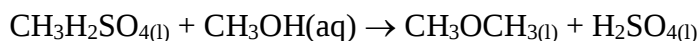
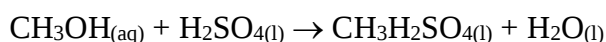
Katalis untuk sintesa metanol ini dapat dicampur secara sederhana dengan katalis dehidrasi metanol. Selanjutnya katalis dapat ditempatkan pada lapisan dalam reaktor, secara bergantian antara lapisan katalis untuk sintesis metanol dan lapisan katalis untuk dehidrasi metanol. Reaksi yang terjadi pada reaktor adalah sebagai berikut:



Proses pembuatan DME dengan cara sintesis metanol akan lebih rumit apabila dibandingkan dengan menggunakan proses dehidrasi metanol.

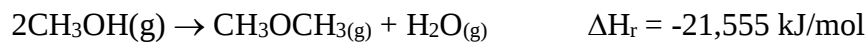
1.3.2. Proses Dehidrasi Metanol dengan Menggunakan Katalis Asam Sulfat

Pada proses ini, DME dihasilkan dengan cara dehidrasi metanol di dalam reaktor. Pada proses ini dapat digunakan katalis berupa asam sulfat dan alumina. Proses dehidrasi metanol menggunakan katalis asam sulfat dilakukan dengan menguapkan metanol kemudian melewatkannya di dalam reaktor yang telah terisi katalisator yaitu H_2SO_4 pada suhu 125-140 °C dan tekanan 2 atm, campuran produk yang keluar dari reaktor berupa dimetil eter, air dan metanol. Campuran produk tersebut akan dimurnikan dengan proses distilasi akan mendapatkan DME dengan konsentrasi lebih tinggi. Reaksi yang terjadi pada proses ini adalah :



Proses dehidrasi metanol menggunakan katalis alumina (Al_2O_3) dilakukan dengan mengontakan metanol dengan katalis alumina (Al_2O_3) yang mengandung 10,2% silika yang disebut dengan Sanderens secara langsung (*direct contact*). Reaksi dilakukan pada suhu tinggi (250 – 400°C) dalam fase uap atau gas. Dengan demikian secara teoritik gas metanol dikontakkan secara langsung dengan katalis

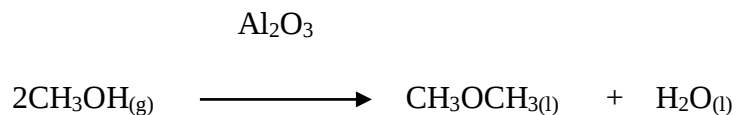
Alumina berfase padat dalam reaktor. Dimetil eter yang terbentuk dipurifikasi dengan cara didestilasi yang bertujuan untuk memisahkan campuran Dimetil Eter dengan pengotor lain yaitu H₂O dan metanol yang masih tersisa. Reaksi yang terjadi pada proses ini adalah:



1.3.3. Proses Dehidrasi Metanol (*Direct Contact*) dengan Katalis Alumina

Proses kontak langsung (*direct contact*) antara metanol dengan katalis alumina (Al₂O₃) mengandung 10,2% silika disebut juga dengan Sanderens karena ditemukan oleh Sanderens. Reaksi dilakukan pada suhu tinggi (150°C-400°C) dalam fase uap atau gas. Dengan demikian secara teoritik gas metanol dikontakkan secara langsung dengan katalis Al₂O₃ (padat) dalam reaktor bertemperatur tinggi. Proses ini menghasilkan konversi sebesar 80%.

Reaksi :



Proses selanjutnya adalah proses purifikasi, dimana dimetil eter yang telah terbentuk dipurifikasi lagi dengan cara didistilasi, untuk memisahkan campuran antara DME dengan pengotor lain (H₂O dan metanol yang masih tersisa dalam reaksi).

1.4. Sifat-Sifat Fisika dan Kimia

Zat kimia memiliki karakteristik masing-masing yang membedakan suatu zat dengan zat lain, akan tetapi tidak sedikit pula zat-zat yang mempunyai

persamaan sifat dengan zat lain sehingga dapat dimasukkan dalam satu golongan.

Karakteristik zat ini akan menentukan bagaimana zat tersebut dapat dimanfaatkan.

Sifat – sifat suatu zat dapat dibagi menjadi sifat fisika dan sifat kimia.

Adapun sifat fisika dan kimia dari zat yang digunakan :

a) Dimetil eter

Rumus molekul	: C_2H_6O (CH_3OCH_3)
Berat molekul	: 46,07 g/mol
Densitas (pada 20°C)	: 668 kg/m ³
SPGR	: 1,59
Kelarutan dalam air	: 328 g/ 100 ml (20°C)
Pelarut	: metanol, etanol, toluena dan air
Titik lebur	: 138,5 °C
Titik didih	: -24,9 °C
Temperatur kritis	: 400 °C
Tekanan kritis	: 52,4 atm
Tekanan uap (pada 20°C)	: 5,1 bar
ΔH_f° (g)	: -184,18 kJ/kmol
ΔH_f° (l)	: -113,002 kJ/kmol
Panas peleburan	: 0,768 kkal/mol
Energi Gibbs (ΔG_f°) (g)	: -26,99 kkal/mol
Kapasitas panas	: $17,015 + 0,17907 T - 5,233 \times 10^{-5} T^2 - 1,918 \times 10^{-9} T^3$

b) Metanol

Rumus molekul	: CH ₃ OH
Berat molekul	: 32,042 g/mol
Densitas (pada 20°C)	: 791,8 kg/m ³
Viskositas (pada 20°C)	: 0,59 mPa.s
Titik lebur	: -97 °C
Titik didih	: 64,7 °C
Temperatur kritis	: 239,45 °C
Tekanan kritis	: 80,97 bar
$\Delta H_f^{\circ} (g)$	: -201,3 kJ/kmol
$\Delta H_f^{\circ} (l)$	: -238,660 kJ/kmol
Panas peleburan	: 1,18 kkal/mol
Energi Gibbs ($\Delta G_f^{\circ} (g)$)	: -161,960 J/mol
Energi Gibbs ($\Delta G_f^{\circ} (l)$)	: -166,270 J/mol
Kapasitas panas	: $21,152 + 7,0924 \times 10^{-2} T - 2,587 \times 10^{-5} T^2 - 2,852 \times 10^{-9} T^3$

c) Air

Rumus molekul	: H ₂ O
Berat molekul	: 18 g/mol
Densitas	: 1 kg/m ³
Titik lebur	: 0 °C
Titik didih	: 100 °C

Temperatur kritis	: 373,95 °C
Tekanan kritis	: 220,55 bar
Peralut	: alkali dan etil eter
$\Delta H_f^\circ (g)$	: -242 kJ/kmol
$\Delta H_f^\circ (l)$	: -285,830 J/mol
Energi Gibbs (ΔG_f°) _(g)	: -228,572 J/mol
Energi Gibbs (ΔG_f°) _(l)	: -237,129 J/mol
Kapasitas panas	: $32,243 + 1,9238 \times 10^{-3} T + 1,0555 \times 10^{-5} T^2 - 3,596 \times 10^{-9} T^3$

(Perry, 1999)