

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

2.1.1 Dimetil Eter

Dimetil eter (DME) sebagai bahan bakar adalah suatu senyawa organik dengan rumus kimia CH_3OCH_3 yang dapat dihasilkan dari pengoahan gas bumi hasil olahan dan hidrokarbon lain yang pemanfaatannya untuk bahan bakar. Penyediaan DME untuk pemanfaatan secara langsung hanya dapat dilakukan oleh badan usaha pemegang izin usaha pengolahan DME sebagai bahan bakar. Sedangkan penyediaan DME sebagai campuran hanya dapat dilakukan badan usaha pemegang izin usaha niaga LPG sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan oleh dirjen migas.

Dimethyl Ether, disingkat DME, memiliki monostruktur kimia yang sederhana ($\text{CH}_3\text{-OCH}_3$), berbentuk gas yang tidak berwarna pada suhu ambien, zat kimia yang stabil, dengan titik didih $-25,1^\circ\text{C}$ (Tabel 10). Tekanan uap DME sekitar 0,6 MPa pada 25°C dan dapat dicairkan seperti halnya LPG. Viskositas DME 0,12 - 0,15 kg/ms, setara dengan viskositas propana dan butana (konstituen utama LPG), sehingga infrastruktur untuk LPG dapat juga digunakan untuk DME. DME dapat digunakan seperti LPG. DME terbakar dengan nyala biru terang. Sebuah studi tentang kandungan racun dalam DME menegaskan bahwa kandungan racunnya sangat rendah, sama dengan kandungan racun di LPG, dan jauh di bawah kandungan racun methanol. DME memiliki rasio nilai kalor dengan resistasi aliran bahan bakar gas (Number of Wob Index) 52 – 54 atau setara dengan gas alam. Kompor untuk gas alam atau LPG bisa digunakan untuk DME tanpa modifikasi.

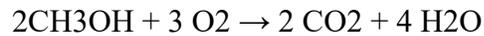
2.1.2 Bahan Baku Pembuatan Dimetil Eter

1. Metanol

Metanol, juga dikenal sebagai metil alkohol, wood alcohol atau spiritus, adalah senyawa kimia dengan rumus kimia CH_3OH . Methanol merupakan bentuk alkohol paling sederhana. Pada keadaan 1 atmosfer Metanol berbentuk cairan yang ringan, mudah menguap, tidak berwarna, mudah terbakar, dan beracun dengan bau yang khas (berbau lebih ringan daripada etanol). Metanol digunakan sebagai bahan pendingin anti beku, pelarut, bahan bakar dan sebagai bahan aditif bagi etanol industri.

Metanol diproduksi secara alami oleh metabolisme anaerobik oleh bakteri. Hasil proses tersebut adalah uap metanol (dalam jumlah kecil) di udara. Setelah beberapa hari, uap metanol teroksidasi oleh oksigen dengan bantuan sinar matahari menjadi karbon dioksida dan air.

Reaksi kimia metanol yang terbakar di udara dan membentuk karbon dioksida serta uap air adalah sebagai berikut:



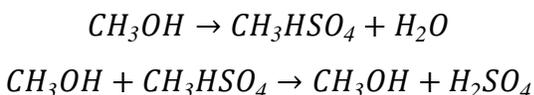
Api dari metanol biasanya tidak berwarna, Oleh karena itu harus berhati-hati bila berada dekat metanol yang terbakar, untuk mencegah cedera akibat api yang tak terlihat. Karena sifatnya yang beracun, metanol sering digunakan sebagai bahan aditif bagi pembuatan alkohol untuk penggunaan industri; Penambahan "racun" akan menghindarkan industri pajak yang dapat dikenakan karena kalau etanol merupakan bahan utama untuk minuman keras (minuman beralkohol). Metanol kadang juga disebut sebagai wood alcohol karena Metanol dahulu merupakan produk samping dari distilasi kayu. Saat ini metanol dihasilkan melalui proses multi tahap. Secara singkat gas alam dan uap air dibakar dalam tungku untuk membentuk gas hidrogen dan karbon monoksida kemudian, gas hidrogen dan karbon monoksida bereaksi dalam tekanan tinggi dengan bantuan katalis untuk menghasilkan metanol. Tahap pembentukannya adalah endotermik dan tahap sintesisnya adalah eksotermik (Perry's, 2007).

2.2 tinjauan Proses

Untuk memproduksi dimetil eter dari metanol secara umum dapat dibagi menjadi tiga yaitu sebagai berikut

2.2.1 Dehidrasi metanol dengan katalis asam sulfat

Proses pembuatan DME dari metanol dengan katalisator asam sulfat H_2SO_4 yang berada dalam reactor pada suhu 125-140 °C dan tekanan 2 atm. Campuran produk keluar reaktor yang terdiri dari dimetil eter, air dan metanol dilewatkan ke scrubber, campuran produk keluar reaktor yang terdiri dari dimetil eter, asam sulfat, metanol dan air kemudian dimurnikan dengan proses distilasi. Reaksi yang terjadi dalam proses ini adalah sebagai berikut:



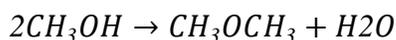
Keuntungan dari proses ini adalah suhu dan tekanan operasi metanol rendah.

Kerugian :

- Peralatan yang digunakan lebih banyak.
- Menggunakan asam sulfat yang bersifat korosif sehingga diperlukan peralatan dengan bahan konstruksi yang tahan terhadap korosi yang harganya lebih mahal.
- Konversinya rendah, yaitu: 45%. (Ogawa et al, 2003)

2.2.2 Dehidrasi methanol dengan katalis silica alumina

Proses kontak langsung (direct contact) metanol dengan katalis silica alumina (Al₂O₃.SiO₂) disebut juga dengan metode Sendereus. Reaksi dilakukan pada suhu 250-400°C dalam fase vapour atau gas. Dengan demikian secara teoritis gas metanol dikontakkan secara langsung dengan katalis Al₂O₃.SiO₂ (padat) dalam fixed bed reactor pada suhu tinggi. Berikut adalah reaksi dalam dehidrasi metanol direct contact menggunakan katalis padat:



Konversi yang diperoleh dari reaksi ini sebesar 80%. Pada reaksi ini tidak ada reaksi samping dan reaksi yang terjadi adalah reversible.

Keuntungan :

- Prosesnya sangat sederhana, peralatan yang dipergunakan sedikit.
- Biaya investasi untuk peralatan yang dipergunakan sedikit.
- Konversinya tinggi, yaitu mencapai 80%.

Kerugian :

- Suhu operasi reaktor tinggi (Turton, 2012)

Proses produksi dimetil eter dilakukan dengan proses dehidrasi metanol yang merupakan proses penghilangan air dari suatu senyawa. Dimana proses dehidrasi ini pada umumnya dilakukan pada alkohol untuk membentuk eter. Pembentukan dimetil eter dengan metode dehidrasi metanol dilakukan dengan reaksi berkatalis alumina (Al₂O₃) dan silika (SiO₂) yang disusun dalam reaktor fixed bed dengan suhu 290 °C

dan tekanan 13 atm. Dan metode dehidrasi metanol merupakan reaksi yang tidak menghasilkan reaksi samping dan berlangsung sesuai reaksi sebagai berikut :



Metanol yang dialirkan ke reaktor kemudian masuk kedalam distillation column Dimetil Eter. Adapun hasil atas distillation column dialirkan kedalam tangki penyimpanan produk yaitu Dimetil Eter, dan hasil bawah yang terdiri dari sisa metanol, air dan sedikit Dimetil Eter dialirkan ke metanol distillation column. Hasil atas metanol distillation column berupa metanol dan sedikit Dimetil Eter yang kemudian direcycle ke vaporizer, dan hasil bawah metanol distillation column berupa air dan sedikit metanol dialirkan menuju UPL.

2.3 Sifat Fisik dan Kimia

1. Bahan baku (metanol)

Metanol (methyl alcohol) dengan rumus molekul CH₃OH adalah zat kimia yang tidak berwarna, berbentuk cair pada suhu kamar, mudah menguap dan sedikit berbau ringan. Metanol merupakan zat kimia yang toksin (beracun) dan menyebabkan efek berbahaya bila dihirup atau tertelan. Secara sintesis metanol dibuat dari hidrogen dan karbon dioksida. Berikut merupakan sifat fisik methanol pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Sifat Fisik dan Sifat Kimia Methanol

Titik beku	-97,8°C
Titik didih (pada 760 mmHg)	64,7°C
Densitas (pada 760 mmHg)	0,782 g/ml
Indeks bias, pada 40°C	1,3287
Viskositas, pada 30°C	0,5142 Cp
Temperatur kritis	240°C
Tekanan kritis	78,5 atm
Panas spesifik, liquid (pada suhu 25-30°C)	0,605-0,609 kal/g
Panas spesifik uap (pada suhu 100-200°C)	12,2-14,04 kal/g.mol

Panas penguapan (pada suhu 64,7°C)	8430 kal/mol
Flash point(°C)	16:11 (wadah terbuka: wadah tertutup)
Kelarutan dalam air	Miscible

Sumber :(Othmer, 1998)

2. Produk (dimetil eter)

Dimetil eter adalah suatu senyawa eter paling sederhana dengan rumus molekul CH_3OCH_3 . Pada awalnya senyawa ini dihasilkan sebagai salah satu hasil samping dari suatu proses pembuatan metanol yang bertekanan tinggi. Dimetil eter dibuat secara sintesis dengan prosesdehidrasi metanol dengan katalisator asam sulfat atau silika alumina. Berikut ini merupakan sifat fisik Dimetil Ether yang dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Sifat Fisik Dimethyl Ether

Rumus molekul	CH_3OCH_3
Berat molekul	56,069 kg/kmol
Titik beku	-138,5°C
Titik didih (pada 760 mmHg)	-24,7°C
Densitas (pada 20°C)	677 kg/mol
Indeks bias, pada (-42,5°C)	1,3441
Spesifik gravity cairan	0,661 (pada 20°C)
Flash point (pada wadah tertutup)	-42°F
Panas pembakaran	347,6 kkal/mol
Panas spesifik (pada -27,68°C)	0,5351 kkal/mol
Panas pembentukan (gas)	-44,3 kal/g
Panas laten (gas), (pada -24,68°C)	111,64 kal/g
Kelarutan dalam air (pada 1atm)	34 % berat
Kelarutan air dalam DME (1 atm)	7 % berat
Fase, 25°C, 1 atm	Gas
Temperatur kritis	400 K
Tekanan kritis	53,7 bar abs

2.4 Spesifikasi Bahan Baku , Bahan Penunjang dan Produk

2.4.1 Bahan baku (Metanol)

Tabel 2.3 Spesifikasi Bahan Baku

Parameter	Bahan
Berat Molekul (Kg/kgmol)	32.04
Densitas (kg/m ³)	790.8
Titik Didih (°C)	66.357
Titik Kritis (°C)	246,8831
Tekanan Kritis (atm)	87.9736
Kemurnian (%berat)	99.85

(Sumber: PT Kaltim Methanol Industri, 2016)

2.4.2 Bahan Penunjang

Spesifikasi bahan penunjang (katalis)

Tabel 2.4 Spesifikasi Bahan Penunjang

Parameter	Bahan
Rumus senyawa	Al ₂ O ₃ .SiO ₂
Bentuk	Sphere
Fasa	Padat
Porositas	0.35
Diameter (m)	0.005
Bulk density (kg/m ³)	780

2.4.3 Produk

Tabel 2.5 Spesifikasi Produk (Dimetil Eter)

Parameter	Bahan
Berat molekul (kg/kgmol)	46.0688
Densitas (kg/m ³)	1.883

Titik didih (°C)	-24.8446
Titik kritis (°C)	126.9417
Tekanan kritis (atm)	52.99996
Viskositas (cP)	0.008668
Kemurnian (%berat)	99.95

(Sumber: International DME Association, 2016)