



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Dengan kemajuan teknologi sekarang ini, industri kimia terus mengembangkan produknya guna memenuhi kebutuhan masyarakat. Indonesia mempunyai sumber daya alam yang cukup melimpah, sehingga dengan adanya peningkatan sektor industri kimia akan berpengaruh besar terhadap kemajuan perindustrian di Indonesia. Maka dari itu, industri produksi DME (dimetil eter) ini diharapkan mampu meningkatkan perekonomian di Indonesia.

DME (dimetil eter) memiliki sifat fisik serupa dengan *liquefied Petroleum Gas* (LPG) sehingga dapat langsung digunakan sebagai sumber energi untuk peralatan rumah tangga. Selain itu pendistribusiannya sangatlah mudah. DME (dimetil eter) merupakan senyawa yang tidak beracun, sehingga saat ini digunakan sebagai *aerosol propellant* oleh industri kosmetik dan kesehatan, sebagai pengganti *CFC propellant*. Kegunaan lainnya yaitu sebagai tenaga pembangkit untuk gas turbin, bahan bakar mesin diesel dan juga sebagai sumber hidrogen untuk bahan bakar kendaraan (*International DME Association, 2010*).

1.2 Kapasitas Rancangan

Dalam pemilihan kapasitas rancangan pabrik DME (dimetil eter) memerlukan beberapa pertimbangan yang harus dilakukan, antara lain:

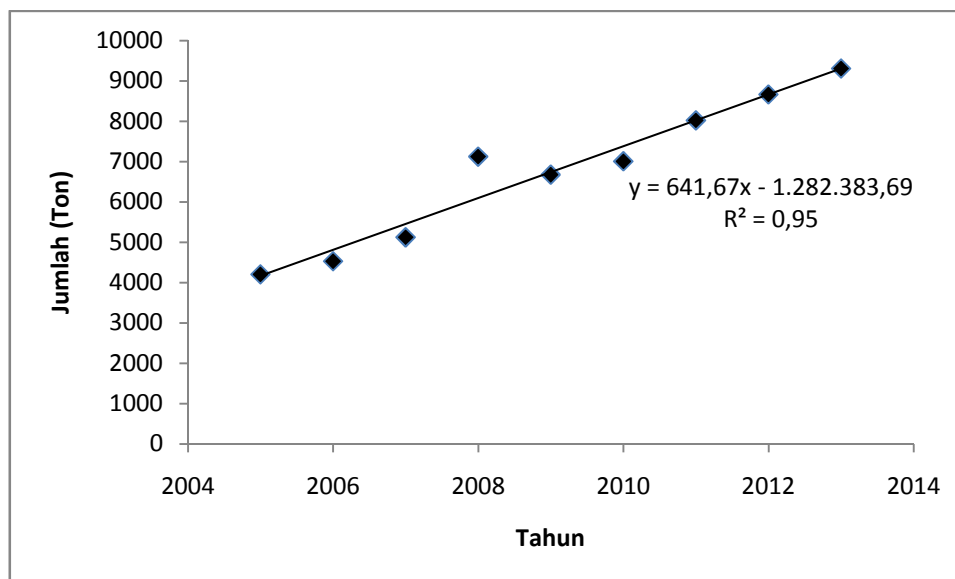
1.2.1 Kebutuhan DME di Indonesia

Di Indonesia kebutuhan DME (dimetil eter) terus meningkat tiap tahunnya. Dan selama ini Indonesia masih mengimpor DME (dimetil eter) untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Kebutuhan DME (dimetil eter) di Indonesia sebagian besar masih diperoleh dari impor negara Jepang, China, Taiwan dan sebagian Eropa. Dan dapat dilihat pada tabel berikut ini Tabel 1.1:

Tabel 1.1 Data Impor DME di Indonesia

No.	Tahun	Jumlah (Ton)
1	2005	4.206,151
2	2006	4.528,913
3	2007	5.123,23
4	2008	7.123,866
5	2009	6.677,436
6	2010	7.008,623
7	2011	8.023,902
8	2012	8.665,575
9	2013	9.307,248

(Badan Pusat Statistik, 2014)



Gambar 1.1 Pertumbuhan Impor DME Di Indonesia

Dari data yang ada diperkirakan kebutuhan DME dalam negeri pada tahun 2020 akan meningkat sebesar 13.789,71 ton per tahun.

1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku pembuatan DME dapat diperoleh dalam negeri, yaitu metanol, dimana sampai saat ini di Indonesia terdapat dua perusahaan yang memproduksi metanol, yaitu PT. Kaltim Metanol Industri dan PT. Medco Metanol Bunyu



dengan total kapasitas produksi 990.000 ton per tahun. Berikut ini merupakan Produsen Metanol dan Kapasitas Produksinya, yaitu

Tabel 1.2 Produsen Metanol dan Kapasitas Produksinya

No.	Perusahaan	Kapasitas Produksinya (Ton Per Tahun)
1	PT. Kaltim Metanol Industri	660.000
2	PT. Medco Metanol Bunyu	330.000
	Total	990.000

(Data *Consult*, 2010)

1.2.3 Kapasitas Minimal Pabrik yang telah Berproduksi

Pada pabrik DME yang akan didirikan harus berada diatas kapasitas minimal atau sama dengan pabrik yang sedang berjalan. Untuk pabrik yang sudah berdiri dan kapasitas produksinya per tahun dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 1.3 Kapasitas Produksi DME

No.	Nama Perusahaan	Kapasitas (Ton Per Tahun)
1	Shell/RWE, (Germany).	60.000
2	Hamburg DME Co, Germany.	10.000
3	Arkosue Co, Holland.	10.000
4	Du Pont, West Virginia.	15.000
5	Australia (various).	10.000
6	Taiwan (various).	15.000
7	Japan (various).	10.000
8	China (various).	13.000

(*Market Outlook For Dimethyl Ether*, 2002)

Dengan memperhatikan kapasitas produksi pabrik yang telah berjalan, maka kapasitas perancangan pabrik DME (dimetil eter) ditetapkan sebesar 21.000 ton/tahun untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan sisanya diekspor.

1.3 Lokasi Pabrik

Dalam pemilihan lokasi pabrik haruslah tepat, karena hal tersebut sangatlah penting bagi kelangsungan dan perkembangan pabrik pada masa yang



akan datang. Lokasi pabrik sangat berpengaruh pada keberadaan suatu pabrik, baik dari segi komersial maupun pengembangan pabrik di masa mendatang. Dalam hal ini, ada beberapa kriteria yang harus dipertimbangkan dalam menentukan lokasi pabrik. Dan pabrik DME ini direncanakan berdiri di daerah Bontang, Kalimantan Timur dengan pertimbangan sebagai berikut :

1.3.1 Penyediaan Bahan Baku

Dalam penghematan biaya penyediaan bahan baku metanol, pabrik DME didirikan di daerah yang dekat dengan penghasil utama bahan baku metanol yaitu dari PT. Kaltim Metanol Industri dengan kapasitas produksi sebesar 660.000 ton/tahun.

1.3.2 Sarana Transportasi

Di daerah Bontang, Kalimantan Timur sarana transportasi baik di darat maupun laut sudah tidak menjadi masalah, karena di daerah tersebut fasilitas jalan raya dan pelabuhan laut sudah sangat memadai.

1.3.3 Pemasaran Produk

Pemasaran produk diorientasikan untuk ekspor-impor sehingga dengan lokasi pabrik berada di dekat pelabuhan laut, dapat mengurangi biaya transportasi produk. Dan daerah Bontang merupakan daerah industri kimia yang besar dan terus berkembang dengan pesat, hal ini menjadikan Bontang sebagai tempat pemasaran yang baik bagi DME.

1.3.4 Tenaga Kerja

Kebutuhan tenaga kerja dapat terpenuhi dari daerah sekitar lokasi pabrik, karena di Indonesia khususnya di daerah Bontang, Kalimantan Timur, memiliki tenaga kerja yang cukup banyak baik sebagai tenaga ahli maupun sebagai buruh.

1.3.5 Utilitas

Dalam pengadaan air dapat diambil dari sungai mahakam, Bontang. Sedangkan bahan bakar dan listrik dapat dengan mudah terpenuhi karena Bontang merupakan kawasan industri.

1.3.6 Orientasi pada faktor lain

Daerah bontang adalah kawasan industri yang telah ditetapkan oleh pemerintah, maka dari itu faktor-faktor seperti lingkungan, kebijakan pemerintah,



iklim dan sarana komunikasi bukan suatu masalah. Hal itu dikarenakan kawasan tersebut sebagai kawasan industri.

Dengan pertimbangan diatas maka dapat disimpulkan bahwa kawasan Bontang sangat cocok dan layak untuk dijadikan lokasi pabrik DME di Indonesia.

1.4 Tinjauan Pustaka

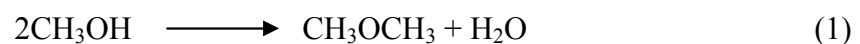
1.4.1 Macam-macam Proses

Sintesis senyawa eter dapat dilakukan dengan dehidrasi senyawa golongan alkohol dengan menggunakan reaksi dehidrasi. Terdapat dua macam metode sintesis DME yang dipakai di industri, antara lain:

- **Dehidrasi Metanol dengan Katalis Alumina**

Pada reaksi ini terjadinya proses kontak langsung antara metanol dengan katalis alumina (Al_2O_3) yang mengandung 10,2% silika. Reaksi tersebut dilakukan pada suhu tinggi (250°C - 400°C) dalam fase gas. Dengan demikian, secara teoritis gas metanol dikontakkan secara langsung dengan katalis (Al_2O_3) padat dalam reaktor pada temperatur tinggi. Selanjutnya DME yang terbentuk dipurifikasi lagi dengan distilasi, untuk memisahkan antara DME dengan pengotor lain (H_2O dan metanol yang masih tersisa dalam produk).

Reaksi yang terjadi :



Kelebihan Reaksi Dehidrasi Metanol dengan Katalis Alumina:

- a. Prosesnya sangat sederhana, peralatan yang digunakan sedikit
- b. Biaya investasi untuk peralatan yang digunakan sedikit
- c. Konversi tinggi yaitu mencapai 80%

Kekurangan :

- a. Suhu operasi reaktor tinggi

(Bondiera dan Naccache, 1991)

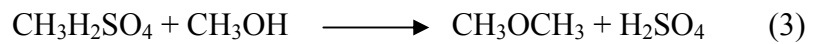
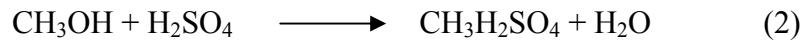
- **Dehidrasi Metanol dengan Katalis Asam Sulfat**

Pada reaksi ini terjadi proses dimana metanol murni diuapkan terlebih dahulu kemudian dilewatkan pada reaktor yang telah berisi katalis H_2SO_4 pada suhu (125°C - 140°C) dan tekanan 2 atm. Campuran produk keluar dari reaktor



yang terdiri dari DME, air, dan metanol dilewatkan ke *scrubber* kemudian dimurnikan dengan proses distilasi.

Reaksi yang terjadi :



Kelebihan Reaksi Dehidrasi Metanol dengan Katalis Asam Sulfat:

- a. Suhu dan tekanan operasi reaktor relatif rendah

Kekurangan :

- a. Peralatan yang digunakan lebih banyak
- b. Penggunaan asam sulfat yang bersifat korosif membutuhkan peralatan dengan bahan konstruksi yang tahan terhadap korosif dan harganya lebih mahal
- c. Konversinya rendah, yaitu 45%

(Ogawa, 2003)

Berdasarkan beberapa macam proses tersebut, maka dipilih proses dehidrasi metanol dengan katalis alumina. Dengan alasan, bahwa dengan proses tersebut memiliki konversi yang tinggi yaitu mencapai 80% dan juga menggunakan peralatan yang sedikit dan proses yang sederhana.

1.4.2 Kegunaan Produk

Kegunaan utama dari DME, yaitu sebagai *aerosol propellant* oleh industri kosmetik dan kesehatan, sebagai pengganti *CFC propellant*, sebagai keperluan rumah tangga, sebagai tenaga pembangkit untuk gas turbin, sebagai bahan bakar mesin diesel dan juga sebagai sumber hidrogen untuk bahan bakar kendaraan.

(*International DME Association*, 2010)

1.4.3 Sifat fisis dan Kimia

1. Bahan Baku Metanol

Metanol merupakan zat kimia yang tidak berwarna, berbentuk cair pada temperatur kamar, mudah menguap dan sedikit berbau ringan. Metanol adalah zat kimia yang beracun dan menyebabkan efek berbahaya apabila dihirup atau tertelan.



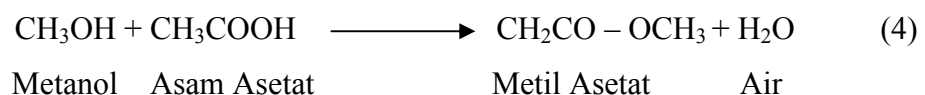
a. Sifat Fisis Metanol

Berat molekul	: 32,042 kg/kmol
Titik beku (pada 1 atm)	: -97,8°C
Titik didih (pada 1 atm)	: 64,7°C
Densitas (pada 1 atm)	: 0,782 g/ml
Indeks bias, pada 20°C	: 1,3287
Viskositas, pada 30°C	: 0,5142 cP
Suhu 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/gmol
Panas penguapan (pada suhu 64,7°C)	: 8430 kal/mol
Flash point, °C	: 16:11
Kelarutan dalam air	: miscible (mudah larut)

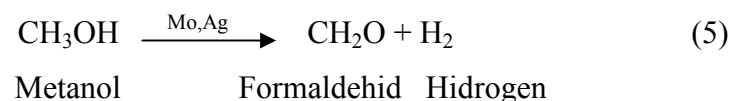
(Mc.Ketta, 1984)

b. Sifat Kimia Metanol

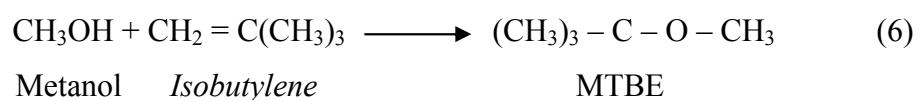
- Reaksi esterifikasi yaitu pembentukan ester dengan jalan mereaksikan metanol dengan senyawa asam organik. Contohnya pembentukan senyawa metal asetat.



- Reaksi dehidrogenasi yaitu pelepasan unsur hidrogen. Reaksi ini dapat dilaksanakan dengan bantuan katalis Mo dan Ag.



- Reaksi esterifikasi yaitu reaksi katalis asam dari *isobutylene* dengan metanol membentuk metil tetra butil eter (MTBE).



(Mc.Ketta, 1984)



2. Produk DME

DME merupakan suatu senyawa eter paling sederhana dengan rumus molekul CH_3OCH_3 . Pada awalnya senyawa tersebut dihasilkan sebagai salah satu hasil samping dari suatu proses pembuatan metanol yang bertekanan tinggi. Dan DME dibuat secara sintesis dengan proses dehidrasi metanol dengan katalisator asam sulfat atau silika alumina.

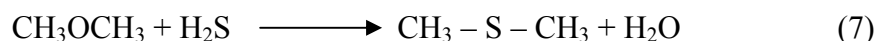
a. Sifat fisis DME

Berat molekul	: 46,069 kg/kmol
Titik beku (pada 1 atm)	: $-138,5^\circ\text{C}$
Titik didih (pada 1 atm)	: $-24,7^\circ\text{C}$
Densitas (pada 20°C)	: 677 kg/ml
Indeks bias, pada ($-42,5^\circ\text{C}$)	: 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 $-27,68^\circ\text{C}$)	: 0,5351 kkal/mol
Panas pembentukan (gas)	: $-44,3$ kal/g
Panas laten (gas), (pada $-24,68^\circ\text{C}$)	: 111,64 kal/g
Kelarutan dalam air (pada 1 atm)	: 34% berat
Kelarutan air dalam DME (pada 1 atm)	: 7% berat
Fase, 25°C , 1atm	: gas
Suhu kritis	: 400 K
Tekanan kritis	: 53,7 bar abs

(Mc.Ketta, 1984)

b. Sifat kimia DME

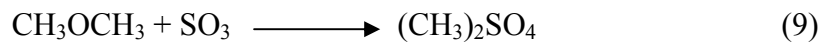
- Dengan hidrogen sulfit dengan bantuan katalisator tungsten sulfit (WS_2) membentuk dimetil sulfit.



- Dengan reaksi oksidasi DME akan menghasilkan formaldehid.



- Bereaksi dengan sulfur trioksida membentuk dimetil eter.



- DME bereaksi dengan karbon monoksida dan air menjadi asam dengan katalisator Col.



(Mc.Ketta, 1984)

3. Air

Sifat Fisis Air

Berat Molekul	: 18,0153 g/gmol
Rumus Kimia	: H ₂ O
Titik Beku (1 atm)	: 0°C
Titik Didih (1 atm)	: 100°C
Densitas (25°C)	: 0,99823 kg/L
Suhu kritis	: 374°C
Tekanan Kritis	: 220,55 bar
Kapasitas panas (25°C)	: 4185 J/kg.K
Tekanan uap (25°C)	: 2,338 kPa
Viskositas (25°C)	: 1,005 cP

(Mc.Ketta, 1984)

1.5 Tinjauan Proses Secara Umum

Proses produksi DME 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 DME dengan metode dehidrasi metanol dilakukan dengan reaksi berkatalis alumina (Al₂O₃) dan silika (SiO₂) yang disusun dalam reaktor *fixed bed* dengan suhu antara 250°C sampai 400°C dan tekanan antara 14 sampai 16 atm. Dan metode dehidrasi metanol merupakan reaksi yang tidak menghasilkan reaksi samping dan berlangsung sesuai reaksi sebagai berikut (Turton, 1998):

