

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan zaman, jumlah penduduk Indonesia makin lama semakin bertambah. Jumlah penduduk Indonesia pada tahun 2018 mencapai 265.015.313 jiwa (Bappenas, 2018). Jumlah penduduk tersebut berimbas terhadap peningkatan konsumsi energi, salah satunya dalam bentuk elpiji atau *Liquified Petroleum Gas (LPG)*. Akibatnya produksi elpiji dalam negeri tidak mampu lagi memenuhi kebutuhan masyarakat yang semakin meningkat. Untuk dapat memenuhi kebutuhan sumber energi elpiji memerlukan impor elpiji yang jumlahnya semakin lama makin besar. Berdasarkan data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral pada tahun 2018, sekitar 73% dari kebutuhan elpiji di Indonesia masih diimpor. Jumlah impor elpiji dari tahun ke tahun pun terus meningkat, sedangkan produksi elpiji di Indonesia cenderung menurun. Oleh karena itu, perlu melakukan upaya untuk menggunakan bahan bakar lain sebagai alternatif guna mengurangi impor elpiji, salah satunya dengan menggunakan dimetil eter (DME). DME merupakan bahan bakar alternatif yang sudah dicanangkan sejak tahun 2010 oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, namun hingga saat ini penggunaan bahan bakar DME tersebut belum diterapkan (Kementerian Energi dan Sumber daya Mineral, 2019). Pendirian pabrik DME ini juga memiliki keuntungan tinggi dari segi ekonomi, mengingat bahwa sampai saat ini belum ada kompetitor sehingga pabrik DME ini dapat didirikan.

Dimetil eter (DME) merupakan senyawa organik yang umum digunakan sebagai bahan pendorong aerosol, dan sebagai *reagent* dalam pembuatan senyawa terapan seperti: dimetil sulfat dan asam asetat. DME dapat dibuat dengan proses dehidrasi metanol, dimana produsen bahan baku metanol tersedia di Indonesia (Marcello De Falco, 2017). Dimetil eter merupakan senyawa yang berwujud gas pada kondisi temperatur dan tekanan normal, namun dapat berubah fase menjadi cair pada tekanan tinggi atau pendinginan. Sifat DME yang

mudah dicairkan menjadikan DME mudah untuk disimpan dan dipindahkan. Sifat lain seperti karakteristik oksidasi yang baik, tidak adanya kandungan sulfur dan kandungan senyawa toksik yang rendah, menjadikan DME sebagai bahan bakar yang potensial untuk digunakan sebagai alternatif elpiji. Dalam penggunaannya, DME dicampur dengan elpiji berkadar 20% karena dapat mengurangi emisi CO₂ dengan kisaran 30-80%, serta emisi NO dengan kisaran 5 – 15% jika dibandingkan dengan pembakaran elpiji. Bahan bakar elpiji yang dicampur dengan DME dengan kadar 20% juga dapat digunakan untuk skala perumahan dan komersial tanpa perlu adanya modifikasi dalam peralatan maupun proses distribusi (International DME Association, 2006).

I.2 Sifat-sifat bahan baku dan produk

I.2.1 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 (Mc. Ketta, 1984) :

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)	: 0,792 – 0,793 g/ml pada 20°C
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 cal/g
Panas spesifik, uap (pada suhu 100-200°C)	: 12,2-14,04 cal/gmol
Panas penguapan (pada suhu 64,7°C)	: 8430 cal/mol
Flash point, °C	: 12°C
Kelarutan dalam air	: miscible (mudah larut)

I.2.2. Produk DME (dimetil eter)

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. DME dibuat secara sintesis dengan proses dehidrasi metanol dengan katalisator asam sulfat atau silika alumina.

a. Sifat fisis DME (Mc.Ketta, 1984) :

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)	: 0,67 kg/L
Indeks bias, pada ($-42,5^\circ\text{C}$)	: 1,3441
Flash point (pada wadah tertutup)	: -42°F
Panas pembakaran	: 347,6 kcal/mol
Panas spesifik (pada $-27,68^\circ\text{C}$)	: 0,5351 kcal/mol. $^\circ\text{C}$
Panas pembentukan (gas)	: -44,3 cal/g
Panas laten (gas), (pada $-24,68^\circ\text{C}$)	: 111,64 cal/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

I.2.3 Katalis Gamma Alumina

Aluminium oksida (alumina) dengan rumus kimia Al_2O_3 merupakan senyawa kimia dari aluminium dan oksigen. Alumina terdiri dari mineral korundum, dan memiliki bentuk kristal. Salah satu sifat alumina yaitu daya tahan terhadap korosi (Mirjalili, et. al., 2011) dan titik lebur yang tinggi, yakni berkisar $2.053-2.072^\circ\text{C}$ (Budvari, 2001). Secara umum alumina ditemukan dalam tiga fasa, yaitu α , β , dan γ -alumina. Ketiga fasa di atas diketahui memiliki sifat-sifat yang berbeda, sehingga memiliki aplikasi yang khas

(unik). Pada gamma alumina ($\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$) sering digunakan sebagai katalis dalam penyulingan minyak bumi (Knozinger and Ratnasamy, 1978).

Gamma alumina sering digunakan sebagai katalis katalisator substrat di dalam industri otomotif dan petroleum, komposisi struktural untuk pesawat ruang angkasa dan pakaian pelindung dari gesekan dan panas atau abrasi dan termal. Hal ini dikarenakan katalis gamma alumina memiliki luas permukaan yang besar ($150\text{-}300\text{ m}^2/\text{g}$), volume pori yang besar pula ($3\text{-}12\text{ nm}$). Selain itu $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, stabil dalam proses reaksi katalis pada suhu tinggi, mudah dibentuk dalam proses pembuatannya dan tidak mahal. Gamma alumina ($\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$) terbentuk melalui pemanasan pada suhu berkisar $500\text{-}800^\circ\text{C}$ (Knozinger and Ratnasamy, 1978).

I.3 Kegunaan dan Keunggulan Produk

DME umumnya digunakan sebagai bahan pendorong aerosol untuk pelumas, cairan pembersih, cat semprot, pestisida, maupun kosmetik, DME juga digunakan sebagai *reagent* dalam pembuatan berbagai senyawa terapan seperti dimetil sulfat dan asam asetat. Namun dalam hal tugas prarencana pabrik ini, pemanfaatan DME difokuskan sebagai bahan bakar alternatif sebagai bahan campuran LPG, karena keunggulan yang dimiliki oleh DME, di antaranya karakteristik pembakaran yang baik, tidak adanya kandungan sulfur, kandungan toksik yang rendah, dan kemudahan dalam penyimpanan dan pemanfaatannya (Marcello De Falco, 2017).

I.4 Ketersediaan Bahan Baku dan Analisis Pasar

DME yang dihasilkan dari proses produksi difokuskan sebagai bahan campuran (*blending*) pembuatan LPG. Kapasitas produksi DME sebagai bahan campuran (*blending*) pembuatan LPG difokuskan hanya untuk kapasitas produksi LPG di *Plant* Pertamina Sektor Hilir Unit V Balikpapan. *Plant* Pertamina Sektor Hilir Unit V dipilih karena lokasinya yang dekat dengan produsen bahan baku. Kapasitas produksi LPG di Pertamina Sektor Hilir Unit V Balikpapan sebesar 250 ton per hari (PT. Pertamina, 2019). Jika LPG yang dihasilkan dalam *plant* tersebut dicampurkan seluruhnya dengan 20% massa DME, maka DME yang dibutuhkan dalam *plant* tersebut per harinya adalah :

BAB.I PENDAHULUAN

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{fraksi massa DME dalam campuran}}{\text{fraksi massa LPG dalam campuran}} \times \text{kapasitas plant pertamina unit V} \\ &= \frac{20\%}{(100-20)\%} \times 250 \text{ ton/hari} \\ &= 62,5 \text{ ton DME/hari} \end{aligned}$$

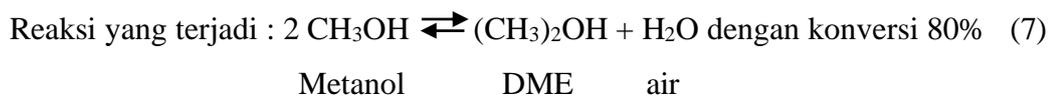
Untuk keperluan cadangan *supply* DME guna mengantisipasi adanya kerusakan mesin, maka kapasitas pabrik yang akan dirancang dinaikkan sebesar 10%, sehingga kapasitas cadangan yang disediakan = $0,1 \times 62,5 \text{ ton/hari}$
 $= 6,25 \text{ ton/hari}$

Dengan demikian kapasitas DME yang diproduksi pabrik per harinya
 $= 62,5 + 6,25$
 $= 68,75 \text{ ton/hari}$

Berdasarkan kapasitas DME sebesar 68,75 ton/hari, kapasitas produksi pabrik yang diambil dibulatkan menjadi 70 ton DME/hari. Dengan jumlah hari kerja dalam satu tahun sebanyak 330 hari, maka kapasitas produksi DME pabrik yang akan dibangun menjadi 23.100 ton per tahun.

Jika ditinjau dari ketersediaan bahan baku pembuatan DME yaitu metanol, terdapat satu pabrik metanol di Indonesia yang sudah beroperasi yaitu PT. Kaltim Methanol Industri di daerah Bontang, Provinsi Kalimantan Timur dengan kapasitas produksi 660.000 ton per tahun. Pada awal pengoperasian pabrik DME yang dirancang, metanol yang digunakan akan dibeli dari PT. Kaltim Methanol Industri. Pabrik DME dalam tugas prarencana pabrik ini yang dibuat akan didirikan di daerah Bontang, Kalimantan Timur, sehingga berdekatan dengan PT. Kaltim Methanol Industri. Selain itu rencana pemerintah untuk memindahkan ibukota Negara ke Kalimantan Timur juga akan memudahkan proses perizinan pembangunan pabrik di daerah Bontang.

Berdasarkan kapasitas produksi pabrik DME yang akan didirikan sebesar 23.100 ton/tahun, maka dapat dihitung massa bahan baku metanol pertahun yang dibutuhkan:



Dengan menggunakan berat molekul relatif DME sebesar 46,069 kg/kmol, maka jumlah mol DME yang diproduksi per tahun

BAB.I PENDAHULUAN

$$\begin{aligned}\text{Mol DME} &= \frac{23.100 \text{ ton}}{\text{tahun}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{\text{ton}} \times \frac{1 \text{ kmol}}{46,069 \text{ kg}} \\ &= 501.421,78 \text{ kmol/tahun}\end{aligned}$$

Dengan berpedoman pada jumlah mol metanol yang dibutuhkan untuk produksi setiap mol DME, maka perkiraan jumlah mol metanol yang dibutuhkan per tahun = $\frac{100\%}{80\%} \times 2 \times 501.421,78$

$$= 1.253.554,45 \text{ kmol/tahun}$$

Dengan menggunakan berat molekul metanol sebesar 32,042 kg/kmol, maka massa metanol yang dibutuhkan per tahunnya

$$\begin{aligned}&= \frac{1.253.554,45 \text{ kmol}}{\text{tahun}} \times \frac{32,04 \text{ kg}}{\text{kmol}} \\ &= 40.163.884,578 \text{ kg/tahun} \\ &= 40.163.885 \text{ ton/tahun}\end{aligned}$$

Pabrik PT. Kaltim Methanol Industri mampu memproduksi metanol dengan kapasitas 660.000 ton/tahun, oleh karena itu prarancangan pabrik DME dengan kapasitas produksi sebesar 23.100 ton/tahun dapat dilaksanakan karena bahan baku yang dibutuhkan telah tersedia. Pengurusan perizinan dan pengadaan lahan akan dimulai pada awal tahun 2021, sementara proses pembangunan pabrik akan dimulai pada awal tahun 2022 dan selesai pada awal tahun 2024 (Kaltim Methanol Industri, 2019).