

BAB I

PEMBAHASAN UMUM

1.1 Pendahuluan

Indonesia merupakan negara berkembang yang sedang dalam perbaikan kondisi perekonomian. Salah satu cara untuk mendorong kondisi ekonomi negara adalah dengan meningkatkan pendapatan negara melalui sektor industri khususnya pada industri kimia. Industri kimia merupakan salah satu industri manufaktur terbesar di seluruh negara. Sektor industri merupakan faktor penggerak pembangunan yang dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Pengembangan dalam industri kimia yang menghasilkan bahan jadi maupun *intermediate* sehingga dapat memenuhi kebutuhan ekspor dan impor.

Kebutuhan bahan kimia merupakan dasar yang mendorong Indonesia memproduksi bahan-bahan kimia yang sangat diperlukan pemakaiannya di dalam negeri, karena selama ini Indonesia masih mendatangkan bahan-bahan tersebut dari luar negeri. Untuk mengurangi ketergantungan dari luar negeri maka perlu untuk mendirikan industri kimia khususnya Isopropil alkohol. Seperti diketahui, Isopropil alkohol dengan rumus C_3H_8O merupakan cairan yang tidak berwarna, mudah menguap, dan mudah terbakar. Isopropil alkohol memiliki berbagai macam kegunaan, baik sebagai produk akhir maupun antara (*intermediet*). beberapa contoh isopropil alkohol sebagai produk akhir, yaitu: sebagai *solvent*, pembuatan bahan kimia dalam bidang pertanian, bahan tambahan dalam obat-obatan, dan bahan antiseptik. Sebagai produk antara, isopropil alkohol digunakan.

untuk produksi aseton, metal isobutil karbinol, isopropilamin, dan isopropil asetat (Logsdon dan Loke, 1996).

Isopropil alkohol adalah alkohol sekunder yang dikenal juga dengan nama isopropil alkohol, 2-propanol, 2-hidroksil propan, sec-propanol, dan sering disingkat dengan nama IPA. Kebutuhan isopropil alkohol di Indonesia yang tinggi dipenuhi dengan impor dari negara lain. Hal ini disebabkan belum adanya pabrik isopropil alkohol didalam negeri, sehingga pabrik isopropil alkohol perlu didirikan di Indonesia. Pendirian pabrik isopropil alkohol bertujuan memenuhi kebutuhan pasar dalam negeri, dapat menghemat devisa negara, dan menambah pemasukan devisa dari ekspor isopropil alkohol. Pendirian pabrik isopropil alkohol ini juga dapat memicu pertumbuhan industri yang lain di Indonesia, sehingga akan membuka lapangan pekerjaan baru dan memperluas kesempatan kerja bagi masyarakat.

1.2 Sejarah dan Perkembangan Isopropil Alkohol

Isopropil alkohol adalah bentuk kedua dari alkohol yang lebih sederhana. Isopropil alkohol untuk pertama kali diperkenalkan oleh “*Barthelot*” pada tahun 1855, dimana reaksi pembentukannya didasarkan pada reaksi *propylene* dengan asam sulfat selanjutnya senyawa tersebut di hidrolisasi dengan menggunakan air dan selanjutnya senyawa akan terbentuk alkohol (Berthelot, 1855). Pada tahun 1862 “*Friedel*” menemukan isopropil alkohol dengan mereduksi aseton dengan menggunakan *Sodium Amalgam*. Akan tetapi, baik *Barthelot* maupun *Friedel* gagal untuk mengidentifikasi secara benar dari senyawa ini. Baru kemudian pada tahun

yang sama, “Kolbe” berhasil mengidentifikasi secara benar nama isopropil alkohol (Friedel, 1862).

Isopropil alkohol secara umum dianggap sebagai produk petro kimia yang pertama. Sebuah pabrik dengan skala *Pilot plant* telah dibangun oleh “*Melco chemical company*” pada tahun 1919. Tidak lama kemudian isopropil alkohol pertama kali diproduksi secara komersial pada tahun 1930 oleh *Standard Oil of New Jersey*, USA. Isopropil alkohol ini dibuat dengan cara mereaksikan propilen dengan air. Hal ini juga merupakan contoh pertama pembuatan petrokimia dari produk kilang minyak bumi. Selanjutnya, isopropil alkohol juga mulai diproduksi di beberapa negara lainnya antara lain Jerman, Inggris, dan Jepang.

Isopropil alkohol merupakan jenis alkohol terbesar kedua yang diproduksi setelah metanol. Karena itu, produksi material industri yang penting seperti isopropil alkohol dari bahan berkelanjutan dan terbarukan lazim dilakukan sekarang ini. Hingga kini, produksi isopropil alkohol terus meningkat dengan proses yang terus berkembang. Isopropil alkohol adalah alkohol sekunder yang dikenal juga dengan nama isopropil alkohol, 2-propanol, 2-hidroksi propan, sec-propanol, dan sering disingkat dengan nama IPA. Isopropil alkohol pada suhu kamar berwujud cair dan tidak berwarna.

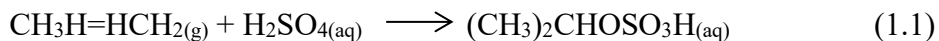
1.3 Macam-macam Proses Pembuatan Isopropil Alkohol

Proses pembuatan isopropil alkohol ada beberapa macam berdasarkan literature *Encycloprdia of Chemical Technology* (Logsdon dan Loke, 1996), yaitu:

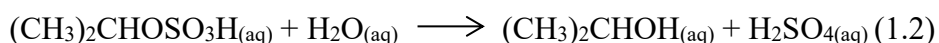
1.3.1 Proses hidrasi tidak langsung (*Indirect Hydration*)

Proses hidrasi tidak langsung terdiri dari 2 tahap reaksi, yaitu reaksi tahap 1 dan tahap 2.

Tahap 1: Esterifikasi propilen dan asam sulfat membentuk isopropil hidrogen sulfat.



Tahap 2: Hidrasi isopropil hidrogen sulfat dan air membentuk isopropil alkohol dan asam sulfat.

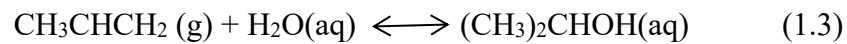


Proses reaksi ini biasanya dilakukan dengan menggunakan dua reaktor yang berbeda. Proses pertama, mereaksikan propilen dan air dalam absorber menggunakan katalis asam kuat (konsentrasi asam >80%) pada suhu 20-30⁰C dan tekanan 1-1,2 Mpa. Proses kedua menggunakan katalis asam lemah (konsentrasi asam 60%-80%) untuk menghidrolisis ester sulfat pada suhu 60-65⁰C pada tekanan 2,5 Mpa. Konversi reaksi terhadap propilen sebesar 93% dan selektivitas isopropil alkohol 98% dengan kemurnian produk isopropil alkohol 87% wt dan 97% vol (Kirk dan Othmer, 2000).

1.3.2 Proses hidrasi langsung (*direct hydration*)

Proses hidrasi langsung ini merupakan perkembangan dari proses hidrasi dalam pembuatan isopropil alkohol yang sebelumnya menggunakan asam sulfat. Pada proses ini propilen direaksikan dengan air dan ditambahkan suatu katalis untuk membentuk isopropil alkohol. Reaksi terjadi pada temperatur 200-300⁰C dan tekanan 40-200 atm. Dari proses ini secara komersial dibagi menjadi 3 macam yaitu

proses hidrasi langsung fase gas, fase cair, dan fase cair-gas. Proses hidrasi langsung mengikuti persamaan sebagai berikut:



a. Proses hidrasi langsung fase gas

Proses ini pertama kali dikenal pada tahun 1951 oleh ICI pada kondisi suhu dan tekanan yang sangat tinggi yaitu 200-300⁰C dan 6-30 Mpa dengan katalis WO₃.ZnO. Kemudian pada tahun yang sama dikenalkan metode *Veba-Chemie* menggunakan propilena dan air yang diuapkan setelah itu dilewatkan dalam *bed reactor* dengan katalis ZSM-5. Kondisi operasinya adalah sebesar 200-300⁰C dan 1-30 Mpa.

Pada proses ini propilena yang bereaksi lebih dari 75%. Propilena yang sebagian besar tidak bereaksi akan *directcycle*. Konversi yang dihasilkan terhadap propilen sebesar 60-70% dengan selektivitas isopropil alkohol sebesar 98-99% dan kemurnian bahan baku propilena yang dibutuhkan 95%.

c. Proses hidrasi langsung fase gas-cair

Proses ini dikembangkan oleh Tokuyama Soda dengan menggunakan *trickle bed reactor (TBR)*, air dan gas propilena dimasukkan dari atas reaktor tersebut dan mengalir kebawah melalui *ion-exchanger resin*. Reaksi berlangsung pada kondisi suhu 130-160⁰C dan tekanan 8-10 Mpa, menghasilkan isopropil alkohol cair. Propilena yang terkonversi dari proses ini lebih dari 70% (Pfeufer, B. *et all*, 2009).

1.4 Pemilihan Proses

Didalam pemilihan proses perlu dibandingkan antara proses berdasarkan aspek teknik dan ekonomi. Berikut adalah tabel perbandingan antara proses hidrasi tidak langsung dengan hidrasi langsung (fasa gas). Dapat dilihat dalam tabel 1.1.

Tabel 1.1. Perbandingan Proses Pembuatan Isopropil Alkohol

Parameter	Hidrasi tidak langsung	Hidrasi langsung (Fasa gas)
Kelebihan	Suhu dan tekanan operasi lebih rendah dibandingkan prose hidrasi langsung	Selektivitas tinggi
Kekurangan	Masalah korosi tinggi karena menggunakan katalis asam kuat (H ₂ SO ₄), dan membutuhkan penanganan khusus terhadap limbah asam kuat	Konversi tinggi dan tidak membutuhkan penanganan khusus yang digunakan adalah padatan
Katalis	H ₂ SO ₄	ZSM-5
Suhu	60-65 ⁰ C	200-300 ⁰ C
Tekanan	2,5 Mpa	1 - 30 Mpa
Reaktor	RATB	<i>Fixed bed Multitube Reactor</i>
Kemurnian bahan baku	65%	99%
Konversi	70-80%	84%
<i>By product</i>	DIPE	-

Berdasarkan perbandingan pada tabel 1.1, maka proses yang dipilih dalam pra rancangan pabrik kimia isopropil alkohol dari propilen dan air adalah proses hidrasi langsung fasa gas. Kelebihan dari proses ini adalah penggunaan katalis padatan yang lebih murah harganya serta tidak menimbulkan limbah proses bagi lingkungan, serta konversi yang cukup tinggi.

1.5 Sifat fisika dan Kimia

1.5.1 Bahan Baku

- **Propilen**

Rumus Molekul	: C_3H_6	
Berat Molekul (BM)	: 42,081 g/gmol	
Fasa (32 ⁰ C)	: Gas	
Densitas (20 ⁰ C)	: 0,609 gr/cm ³	
Tekanan Kritis	: 46 bar	
Boiling Point (Tbp)	: -47,7 ⁰ C	
Critical Temperature (TC)	: -91,8 ⁰ C (-197,2 ⁰ F)	
Critical Pressure (Pc)	: 45,6 atm (670 psi)	
Spesific Grafity, gas	: 1,49	
Viscositas, cP (-185 ⁰ C)	: 0,0078	
Panas Penguapan (-47,7 ⁰ C), cal/gr	: 104,62	
Panas Pembentukan (25 ⁰ C), cal/gr	: 4,879	
Panas Pembakaran (25 ⁰ C), cal/gr	: 460,428	
Specific Heat Ratio, cp/cv	: 1.145	(Yaws, 1999)

- **Air**

Rumus Molekul	: H_2O
Bentuk	: Tidak berwarna
Berat Molekul	: 18
Densitas	: 0,99708 gr/cm ³
Titik Didih	: 100 ⁰ C
Titik Lebur	: 0 ⁰ C

Viskositas	: 0,8937 cp	
Spesifik Gravity	: 1,00	
pH	: 8,5 - 9,5	
O ₂ Terlarut	: 10 ppm	
Silica Maximum	: 0,02 ppm	
Tekanan Uap	: 0,0212 atm	
Panas Pembentukan	: 6,013 kJ/mol	
Panas Penguapan	: 22,6105 kJ/mol	
Kapasitas Panas	: 4,22 kJ/kg.K	(Yaws, 1999)

1.5.2 Katalis

- **ZSM-5 Zeolite**

Bentuk Kristal	: Kubik	
Luas Permukaan	: 300 m ² /g	
Volume	: 0,13 cm ³ /g	
Porositas	: 5 x 10 ⁻¹⁰ mm	
Diameter	: 2 mm	
Densitas	: 0,74 kg/m ³	(Advanced Chemical Supplier)

1.5.3 Bahan Baku

- **Isopropil Alkohol**

Rumus Molekul	: C ₃ H ₈ O	
Fasa (32 ⁰ C)	: Gas	
Berat Molekul	: 42,081 g/gmol	
Boiling Point (Tbp)	: 0,786 g/cm ³ (20 ⁰ C)	
Density (20 ⁰ C)	: 0,786 g/cm ³	

Bentuk	: Cairtran	
Spesific Gravity (20/20 ⁰ C)	: 0,8169 (minimum) 0,8193 (max)	
Viscositas, cP	: 2.86 cP (15 ⁰ C)	
Titik Embun	: 74,2 ⁰ C	
Titik Pembentukan	: 120 K cal/mole	
Surface Tention (25 ⁰ C)	: 0,0214 dyne/cm	
Spesific Heat Ratio	: 0,2627 cal/gr ⁰ C	
Titik Didih	: 82,6 ⁰ C	
Titik Lebur	: -89 ⁰ C	
Keasaman (pKa)	: 16,5	
Indeks Bias (nD)	: 1,3776	(Yaws, 1999)