

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Industri kimia belakangan ini terus berkembang secara terintegrasi. Perkembangan industri hilir dan juga industri bahan setengah jadi yang pesat selama ini, merupakan pendorong dibangunnya industri-industri hulu. Dengan kata lain, kebutuhan bahan baku atau penyedia bahan baku dalam sektor industri saling terkait. Oleh karena itu, pembangunan industri kimia haruslah seimbang antara industri hulu yang merupakan penyedia bahan baku, dengan industri hilir yang akan memproses bahan baku tersebut menjadi produk.

Isopropil alkohol pertama kali diproduksi secara komersial pada tahun 1930 oleh Standard Oil of New Jersey, USA. Isopropil alkohol merupakan bahan baku dalam pembuatan beberapa bahan industri kimia, misalnya sebagai bahan baku dalam industri isopropil asetat, juga sebagai pelarut dan bahan baku dalam pembuatan kosmetik. Dalam bidang farmasi, isopropil alkohol digunakan sebagai antiseptik dan desinfektan.. 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 dengan rumus kimia C_3H_7OH merupakan cairan yang tidak berwarna, mudah menguap, dan mudah terbakar. Isopropil alkohol memiliki berbagai macam kegunaan, baik sebagai produk akhir maupun antara (intermediate). Beberapa contoh isopropil alkohol sebagai produk akhir, yaitu : sebagai solvent, pembuatan bahan kimia dalam bidang pertanian, bahan tambahan dalam obat-obatan, dan bahan antiseptic. Sebagai produk antara, isopropil alkohol digunakan untuk produksi aseton, metal isobutyl keton, metal isobutyl karbinol, isopropilamin, dan isopropil asetat (Logsdon and Loke, 1996)

Kebutuhan isopropil alkohol di Indonesia yang tinggi dipenuhi dengan mengimpor dari negara lain. Data isopropil alkohol yang di peroleh dari UN Data menunjukkan bahwa impor isopropil alkohol Indonesia cenderung mengalami peningkatan. Impor isopropil alkohol meningkat dari tahun 2014 sebesar 26307,244 ton/tahun , tahun 2015 sebesar 26798,786 ton/tahun, tahun 2016 sebesar 29610,428 ton/ tahun, tahun 2017 sebesar 30617,752 ton/tahun, dan tahun 2018 sebesar 33010,447 ton/tahun.

Hal ini disebabkan belum adanya pabrik isopropil alkohol didalam negeri, sehingga pabrik isopropil alkohol perlu didirikan di Indonesia. Pendirian pabrik isopropil alkohol bertujuan memnuhi kebutuhan pasar dalam negeri, dapat menghemat devisa negara, dan menambah pemasukan devisa dari ekspor isopropil alkohol.

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.

1.2. Kapasitas Perancangan

Kapasitas produksi mempengaruhi perhitungan baik dari segi teknis maupun dari segi ekonomi dalam perancangan pabrik. Semakin besar kapasitas pabrik maka akan semakin tinggi pula keuntungannya. Namun ada beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dalam penentuan kapasitas produksi. Pabrik Isopropil Alkohol yang dirancang direncanakan akan berdiri pada tahun 2024. Untuk memperoleh kapasitas perancangan pabrik tersebut ada beberapa pertimbangan yaitu:

1.2.1. Kebutuhan Isopropil Alkohol di Indonesia

Indonesia memiliki kebutuhan impor isopropil alkohol sebagai berikut :

Tabel 1.1. Data impor isopropil alkohol

Tahun	Kapasitas (Ton/Tahun)
2018	33010,447
2017	30617,752
2016	29610,428
2015	26798,786
2014	26307,244

Sumber : www.data.un.org (2019)

Dari tabel diketahui untuk Isopropil alkohol tergolong tinggi di Indonesia, dimana seluruh kebutuhan tersebut masih dipenuhi dengan melakukan impor ke berbagai negara luar.

1.2.2. Kapasitas Produksi Isopropil Alkohol yang sudah berdiri

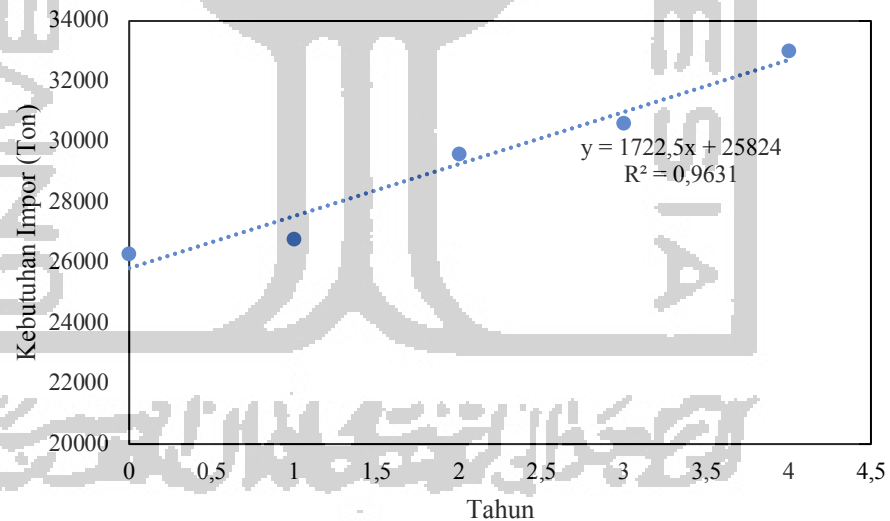
Kumpulan data pabrik isopropil alkohol yang sudah berdiri di luar negeri sebagai perbandingan yang akan didirikan dengan pabrik yang telah ada.

Tabel 1.2. Kapasitas produksi berbagai pabrik di Asia

No	Nama Pabrik	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)
1	LG Chem	Yeosu, Korea Selatan	150.000
2	LCY Chemical	Lin Yuan, Taiwan	100.000
3	Tokuyama	Tokuyama, Jepang	70.000
4	Dezhou Detian Chemical	Dezhou, China	50.000
5	Isu Chemical	Ulsan, Korea Selatan	60.000
6	Tasco Chemical	Lin Yuan, Taiwan	30.000

Sumber : ICIS plants & projects (2012)

Berdasarkan pada kebutuhan Isopropil alkohol di Indonesia (tabel 1.1) dan pabrik yang telah berdiri, kebutuhan Isopropil alkohol pada tahun 2024 dapat diprediksi dengan membuat grafik regresi *linear*.

**Gambar 1.1.** Grafik impor Isopropil alkohol di Indonesia

Berdasarkan data tersebut dapat diperkirakan kebutuhan isopropil alkohol di Indonesia dengan persamaan sebagai berikut :

$$Y = a \cdot x + b$$

$$Y = 1722,5x + 25824$$

Dimana :

Y = kebutuhan isopropil alkohol

X = tahun ke-

Dengan mensubstitusikan harga tahun ke- (x) = 10 ke persamaan diatas, maka diperoleh :

$$Y = 43.049 \text{ ton}$$

Dengan persamaan tersebut diperkirakan kebutuhan isopropil alkohol di Indonesia pada tahun 2024 adalah 43.049 Ton. Berdasarkan data kebutuhan dalam negeri serta kapasitas pabrik yang sudah tersedia maka kapasitas pabrik direncanakan sebesar 45.000 ton/tahun dengan pertimbangan memenuhi seluruh kebutuhan dalam negeri.

Oleh sebab itu pabrik isopropil alkohol perlu didirikan di Indonesia dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Memenuhi kebutuhan isopropil alkohol dalam negeri.
2. Menurunkan ketergantungan impor.
3. Meningkatkan pertumbuhan industri di Indonesia.
4. Meningkatkan pendapatan negara dari sektor industri, serta menghemat devisa negara.
5. Membuka lapangan pekerjaan baru, sehingga dapat mengurangi angka pengangguran serta meningkatkan perekonomian masyarakat Indonesia.

1.3. Tinjauan Pustaka

1.3.1. Macam – macam Proses Pembuatan Isopropil Alkohol

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

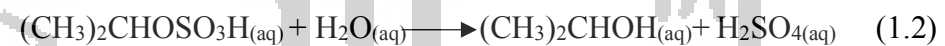
1. Proses hidrasi tidak langsung (*Indirect Hydration*)

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 hydrogen sulfat.



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



Proses reaksi ini biasanya dilakukan dengan menggunakan dua reactor yang berbeda. Proses pertama, mereaksikan propilen dan air dalam absorber menggunakan katalis asam kuat (konsentrasi asam >80%) pada suhu 20-30 °C dan tekanan 1-1,2 Mpa. Proses kedua menggunakan katalis asam lemah (konsentrasi asam 60%-80%) untuk menghidrolisis ester sulfat pada suhu 60-65 °C 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 and Othmer, 2000).

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 120 – 180°C dan tekanan 40 – 200 bar. Dan 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 :



Dengan reaksi samping akan menghasilkan diisopropil ether,



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 230 – 290°C dan 20,3 – 25,3 MPa dengan katalis WO₃-ZnO. Kemudian pada tahun yang sama dikenalkan metode *Veba-Chemie*. Metode ini menggunakan proses propilena dan air diuapkan setelah itu dilewatkan dalam bed bed reactor dengan katalis H₃PO₄. Kondisi operasinya adalah sebesar 240-260 °C dan 2,5 – 6,6 Mpa.

Pada proses ini propilena yang bereaksi hanya sekitar 5-6% dengan selektivitas isopropil alkohol 96% dan kemurnian propilena dibutuhkan sebesar 99%. Propilena yang sebagian besar tidak bereaksi di *Recycle*.

b. Proses hidrasi langsung fase cair.

Proses ini dikembangkan oleh Tokuyama Soda dengan menggunakan katalis asam lemah. Bahan baku propilena cair dan air dipanaskan, kemudian direaksikan dalam reactor dengan kondisi 270°C dan tekanan 20,3 Mpa. Katalis yang terlarut kemudian dipisahkan dan di recycle.

Konversi yang dihasilkan terhadap propilena 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 *Deutche-Texaco* dengan menggunakan *trickle bed reactor (TBR)*, air dan gas propilena dimasukkan dari atas reactor tersebut dan mengalir kebawah melalui *ion-exchanger resin*. Reaksi berlangsung pada kondisi suhu 130-160°C dan tekanan 8-10 Mpa, menghasilkan isopropil alkohol cair. Propilena yang terkonversi dari proses ini lebih dari 75% dengan selektivitas isopropil alkohol 92-93% dan kemurnian propilena yang dibutuhkan sebesar 92%. Selain isopropil alkohol terbentuk juga produk samping dari reaksi samping yaitu diisopropil ether (DIPE) (Pfeuffer, B. *et all*, 2009).

1.3.2. Potensial Ekonomi

Potensial Ekonomi (EP) merupakan salah satu pertimbangan dalam memilih tipe/ jalur reaksi. Potensial ekonomi didefinisikan sebagai :

$$EP = \text{Harga produk} - \text{Harga Bahan Baku} \quad (\text{Smith.R., 1995})$$

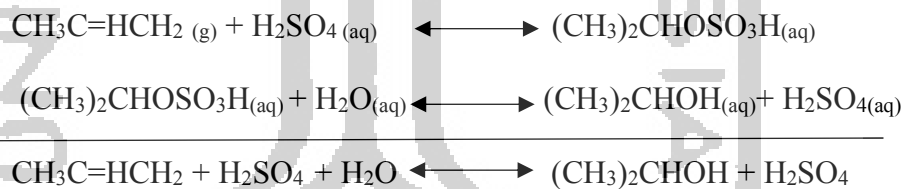
Harga bahan baku dan produk dari proses hidrasi tidak langsung (proses 1) dan proses hidrasi langsung (proses 2) dapat dilihat pada tabel 1.3.

Tabel 1.3. Harga Bahan Baku dan Produk

No.	Bahan	BM (g/kmol)	Harga (\$/kg)
1	Propilena	42	1,468
2	Asam Sulfat	98	23,67
3	Air Proses	18	0,0003
4	Isopropil Alkohol	60	1,70
5	Diisopropil Ether	102	3,00

(www.icis.com)

Proses 1: Hidrasi tidak langsung



*apabila H_2SO_4 pada reaksi kedua bias dijual kembali

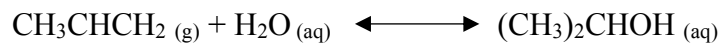
$$\begin{aligned} \text{PE} &= \text{Produk} - \text{Reaktan} \\ &= (60 \cdot 1,7 - (42 \cdot 1,468 + 18 \cdot 0,0003)) \\ &= 40,338 \text{ \$/kgmol} \end{aligned}$$

*apabila H_2SO_4 pada reaksi kedua tidak bias dijual kembali

$$\begin{aligned} \text{PE} &= \text{Produk} - \text{Reaktan} \\ &= (60 \cdot 1,7 - (42 \cdot 1,468 + 18 \cdot 0,0003 + 98 \cdot 23,67)) \end{aligned}$$

$$= - 2.279,321 \text{ \$/kgmol}$$

Proses 2 : Hidrasi Langsung



PE = Produk – Reaktan

$$\text{PE} = (60 \cdot 1,7 + 102 \cdot 3,00) - (42 \cdot 1,468 + 18 \cdot 0,0003)$$

$$\text{PE} = 346,3386 \text{ \$/kgmol}$$

1.3.3. 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, fasa cair, fasa cair-gas). Dapat dilihat dalam tabel 1.4.

Tabel 1.4. Perbandingan Proses Pembuatan Isopropil Alkohol

Proses – proses pembuatan isopropil alkohol				
	Hidrasi tidak langsung	Hidrasi langsung		
		Fase gas	Fase cair – gas	Fase cair
Kelebihan	<ul style="list-style-type: none"> - Suhu dan tekanan operasi lebih rendah dibanding proses hidrasi langsung 	<ul style="list-style-type: none"> - Selektivitas tinggi 	<ul style="list-style-type: none"> - Selektivitas tinggi - Kemurnian bahan baku rendah - Konversi tinggi 	<ul style="list-style-type: none"> - Selektivitas tinggi - Konversi tinggi
Kekurangan	<ul style="list-style-type: none"> - Masalah korosi tinggi karna emnggunakan katalis asam kuat (H₂SO₄) - Membutuhkan penanganan khusus terhadap limbah asam kuat 	<ul style="list-style-type: none"> - Konversi rendah - Membutuhkan biaya operasi yang tinggi karna menggunakan alat yang tahan terhadap tekanan yang sangat tinggi 	<ul style="list-style-type: none"> - Membutuhkan biaya operasi yang tinggi karna menggunakan alat yang tahan terhadap tekanan yang sangat tinggi 	<ul style="list-style-type: none"> - Membutuhkan biaya operasi yang tinggi karna menggunakan alat yang tahan terhadap tekanan yang sangat tinggi
Katalis	H ₂ SO ₄	WO ₃ - Zn	Ion exchange resin	Asam lemah
Suhu	60-65 C	230 -290 C	130 – 160 C	270 C
Tekanan	2,5 MPa	20,3 – 25,3 MPa	8-10 MPa	20,3 MPa
Reaktor	RATB	Fixed bed	Trickle bed	RAP
Kemurnian bahan baku	65%	99%	92%	95%
Konversi	93%	5% -6%	>75%	60-70%
Selektivitas	98%	96%	93%	98-99%
By product	DIPE		DIPE	DIPE
PE	98,328 \$/kgmol	226,156 \$/kgmol	226,156 \$/kgmol	226,156 \$/kgmol

Berdasarkan pertimbangan pada tabel 1.4 , makaproses yang dipilih dalam perancangan pabrik kimia isopropil alkohol dari propilen dan air adalah proses hidrasi langsung fasa gas- cair. Kelebihan dari proses ini adalah memiliki selektivitas tinggi, memilik PE tinggi dan kemurnian bahan baku propilen yang tidak terlalu tinggi meskipun direaksikan pada kondisi suhu dan tekanan yang tinggi.



