

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Kemajuan suatu bangsa dapat dilihat dari perkembangan industri di Negara itu sendiri. Di masa seperti ini sektor industri diharapkan mampu menjadi penggerak dan penopang perekonomian, di antaranya adalah industri kimia yang menghasilkan produk jadi maupun produk yang dapat diolah lebih lanjut. Dikarenakan semakin besar kebutuhan masyarakat, salah satunya kebutuhan sebagai pelarut dan bahan baku dalam pembuatan kosmetik, sebagai antiseptik dan desinfektan, sterilizer jarum akupunktur, pengurang ketegangan pada otot, pembersih dan pelumas (gemuk) peralatan elektronik dan komponen PC (personal computer), pelarut untuk pernis cair, adhesive PVC, cat, dan tinta cetak.

Pembangunan Nasional Indonesia bertujuan untuk mewujudkan masyarakat yang adil dan makmur berdasarkan Pancasila. Untuk itu Pemerintah telah melaksanakan pembangunan di segala bidang, baik fisik dan non-fisik. Salah satu wujud pembangunan itu adalah pembangunan industri di Indonesia. Peningkatan pembangunan pada sektor ini diharapkan dapat memberikan devisa bagi negara, menambah lapangan pekerjaan dan mengurangi ketergantungan terhadap produk negara lain.

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 industry 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 ini dibuat dengan cara mereaksikan propilen dengan air. Hal ini juga merupakan contoh pertama pembuatan petrokimia dari produk kilang minyak bumi. Selanjutnya, Isopropyl

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. 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-hidroksil propan, sec-propanol, dan sering disingkat dengan nama IPA. Isopropil Alkohol pada suhu kamar berwujud cair dan tidak berwarna.

1.2 Keuntungan Merancang Pabrik

Berikut ini keuntungan dari didirikannya pabrik Isopropil Alkohol diantaranya :

1. Membantu memenuhi kebutuhan akan Isopropil Alkohol di Indonesia.
2. Menambah pendapatan Negara dengan adanya pajak dan kemungkinan untuk mengeksport produk.
3. Adanya proses yang membutuhkan ahli yang dapat memberikan motivasi pada tenaga kerja
4. Membuka lapangan kerja baru dan mengurangi pengangguran
5. Pemerataan pembangunan di Indonesia agar bisa menjadi Negara maju.

1.3 Kapasitas Perancangan

Penentuan kapasitas perancangan pabrik berdasarkan beberapa pertimbangan, yaitu: kebutuhan Isopropyl Alcohol di Indonesia, ketersediaan bahan baku, dan kapasitas produksi pabrik komersil yang sudah ada.

1. Proyeksi kebutuhan *Isopropyl Alcohol*

Kebutuhan *Isopropyl Alcohol* di Indonesia dipenuhi melalui impor. Jumlah impor Isopropyl selama kurun waktu 2012 sampai 2017 dapat dilihat dalam Tabel I.1

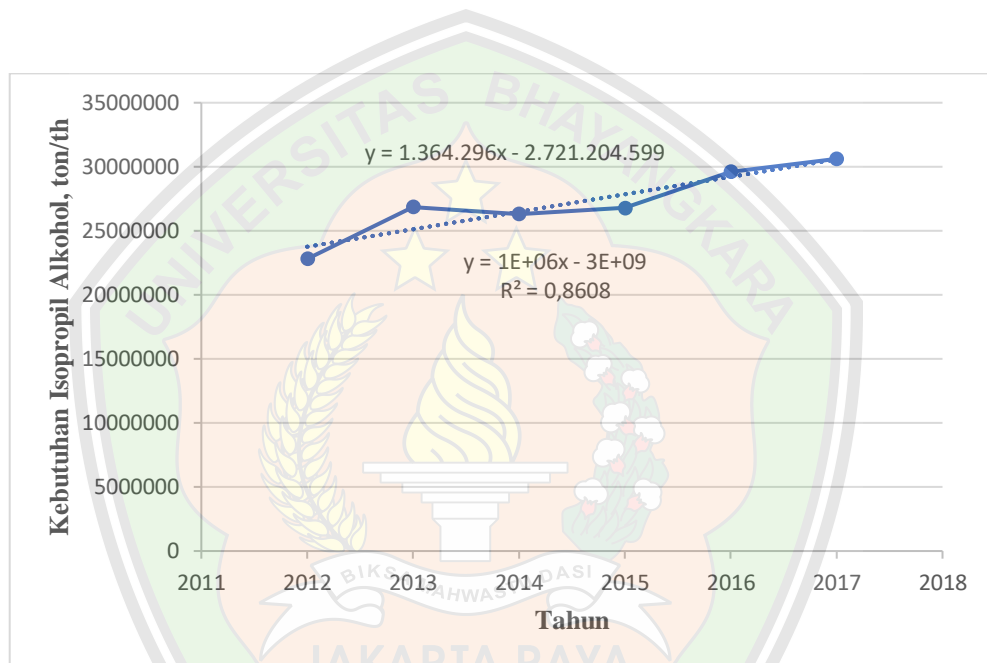
Tabel I.1. Data impor Isopropyl Alcohol di Indonesia

Tahun	Import (kg)
2012	22807778
2013	26874104

2014	26307244
2015	26798786
2016	29610428
2017	30617746

Sumber: Data Impor BPS Isopropyl Alcohol, September 2018

Dari data impor *Isopropyl Alcohol* (Tabel I.1), kemudian dilakukan regresi linier untuk mendapatkan tren kenaikan impor *Isopropyl Alcohol* di Indonesia. Regresi linier untuk data impor ditunjukkan dalam Gambar I.1.



Gambar I.1 Grafik impor Isopropyl Alcohol dari tahun 2012-2017

Dari regresi linier terhadap data impor *Isopropyl Alcohol* didapatkan persamaannya $y=1.364.296x - 2.721.204.599$ dengan y merupakan jumlah impor (kg) dan x adalah tahun. Pabrik Isopropyl Alcohol direncanakan dibangun pada tahun 2022 dan akan beroperasi 2025. Jadi, pada tahun 2025 diperkirakan Indonesia membutuhkan *Isopropyl Alcohol* sebesar 38.766,209 ton.

2. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku utama pembuatan Isopropil Alkohol adalah propilen dan air. Kebutuhan propilen diperoleh dari PT Chandra Asri Petrochemical Tbk yang

berada di Cilegon mempunyai kapasitas 320.000 ton / tahun (www.chandra-asri.com). Kebutuhan air diperoleh dari PT Krakatau Tirta Industri (PT KTI) yang berada dalam kawasan industri Cilegon dan dapat langsung digunakan untuk proses.

3. Kapasitas Produk Pabrik Komersial yang Pernah ada

Kapasitas pabrik yang akan didirikan sebaiknya diatas kapasitas minimum pabrik atau minimum sama dengan kapasitas pabrik yang telah ada. Beberapa pabrik Isopropil Alkohol yang telah berdiri dapat dilihat pada Tabel I.2

Tabel I.2. Pabrik Isopropil Alkohol di Luar Negri

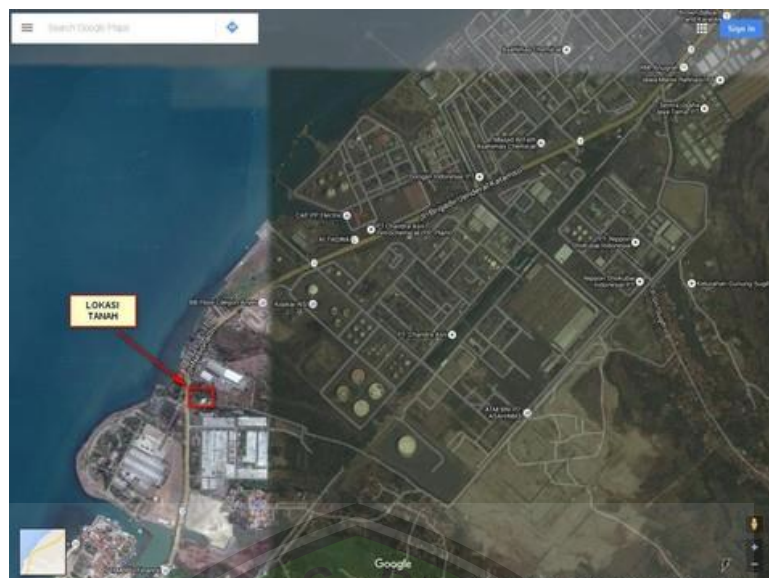
NO	Perusahaan	Negara	Kapasitas (ton/tahun)
1	Exxon Chemical Co.	Los Angeles, Amerika	295.000
2	Shell Chemical Co.	Texas, Amerika	273.000
3	Union Carbide Corp.	Texas, Amerika	250.000
4	Mitsui Toatsu Chemical Inc.	Takaishi, Jepang	33.000
5	Nippon Petrochemical Co., Ltd.	Kawasaki, Jepang	60.000
6	Tokuyama Soda Co., Ltd.	Tokuyama, Jepang	38.000

Sumber : Logsdon and Loke, 1996

Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka ditetapkan kapasitas perancangan pabrik isopropil alkohol yang akan didirikan pada tahun 2025 sebesar 45.000 ton/tahun, yang akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan sisanya akan diekspor.

1.4 Pemilihan Lokasi Pabrik

Pabrik Isopropil alkohol direncanakan akan didirikan di kawasan industri Cilegon, Banten. Peta lokasi pabrik dapat dilihat pada Gambar I.2.



Gambar I.2. Gambar Pemilihan Lokasi Pabrik

Kawasan industri Cilegon, Banten dipilih sebagai lokasi berdirinya pabrik isopropil alkohol atas dasar pertimbangan, antara lain : ketersediaan bahan baku, pemasaran produk, transportasi, ketersediaan tenaga kerja, serta kebutuhan air dan listrik.

1. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan suatu pabrik sehingga pengadaan bahan baku harus diperhatikan. Bahan baku propilen diperoleh dari PT Chandra Asri Petrochemical Tbk dengan kapasitas 320.000 ton/tahun yang berlokasi di Cilegon, Banten. Bahan baku air diperoleh dari PT Krakatau Tirta Industri (PT KTI) yang berlokasi di Cilegon, Banten.

2. Pemasaran Produk

Produk Isopropil Alkohol ditunjukkan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Cilegon berdekatan dengan kawasan Jabotabek yang merupakan area industri yang potensial sebagai daerah pemasaran, sebagai contoh BASF Indonesia. BASF Indonesia yang terletak di Serang, Banten menggunakan Isopropil Alkohol sebagai bahan tambahan untuk pembuatan pestisida. Pabrik lain yang juga menggunakan Isopropil Alkohol adalah PT Nippon Paint and Chemicals Indonesia yang terletak di Jakarta Utara menggunakan Isopropil Alkohol sebagai *solvent* dalam pembuatan

cat, dan PT Apex Pharma Indonesia yang berlokasi di Tangerang menggunakan Isopropil Alkohol sebagai bahan tambahan pembuatan obat.

3. Sarana Transportasi

Cilegon merupakan daerah yang sangat strategis dalam hal transportasi karena dekat dengan Jakarta yang merupakan pusat pemerintahan. Selain itu juga dekat dengan pelabuhan laut dan bandar udara, serta transportasi darat yang terhubung dengan baik ke berbagai daerah, sehingga mempermudah sistem pengiriman bahan baku dan produk maupun untuk fasilitas ekspor produk.

4. Ketersediaan Tenaga Kerja

Tenaga kerja yang dibutuhkan dapat dengan mudah diperoleh karena Cilegon merupakan kawasan industri sehingga banyak tenaga kerja ahli maupun non ahli dari berbagai daerah datang ke Cilegon.

5. Kebutuhan Air dan Listrik

Fasilitas pendukung berupa air, energi listrik dan bahan bakar tersedia cukup memadai karena merupakan kawasan industri. Kebutuhan utilitas dapat dipenuhi oleh perusahaan penyedia jasa utilitas pabrik. Kebutuhan tenaga listrik dipenuhi dari PT PLN unit PLTU Surabaya yang berlokasi tidak jauh dari kawasan industri dan generator sebagai cadangan apabila listrik dari PLN mengalami gangguan. Kebutuhan air dibeli dari PT Krakatau Tirta Industri (PT KTI).

1.5 Tinjauan Pustaka

1.5.1. Isopropil Alkohol

Isopropil Alkohol adalah senyawa kemia dengan rumus molekul C_3H_8O atau C_3H_7OH . Senyawa ini merupakan senyawa tak berwarna, mudah terbakar dengan bau menyengat. Senyawa ini merupakan *Alkohol* sekunder yang paling sederhana, yang di mana atom karbon yang mengikat gugus *Alkohol* juga mengikat 2 atom karbon lain $(CH_3)_2CHOH$. Merupakan isomer struktur dari 1-propanol. Ini adalah tidak berwarna, mudah terbakar senyawa kimia dengan kuat bau. Ini merupakan contoh sederhana dari senyawa alkohol sekunder, di mana alkohol atom karbon melekat dua atom karbon lain kadang-kadang ditampilkan sebagai $(CH_3)_2CHOH$. Ini adalah struktur isomer dari propanol. Ia memiliki berbagai macam kegunaan

industri dan rumah tangga. Pada pembuatan Isopropil Alkohol ada beberapa macam proses, seperti proses hidrasi tidak langsung dan langsung berdasarkan *Encyclopedia Of Chemical Technology* (Logsdon and Loke, 1996).

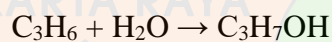
1.5.2. Kegunaan Produk Isopropil Alkohol

1. Sebagai agen dehidrasi industri elektronik
2. Sebagai bahan pembersih di farmasi, kosmetik, plastik, parfum, pelapis dan industri elektronik.
3. Di industri manufaktur papan sirkuit, digunakan sebagai agen pembersih dan konduksi lubang PCB.
4. Sebagai Bahan referensi kromatografi

1.6 Tinjauan Termodinamik

Tinjauan secara Termodinamika digunakan untuk mengetahui sifat reaksi tersebut, membutuhkan panas (*endotermis*) atau melepaskan panas (*eksotermis*), dan juga untuk mengetahui arah reaksi, apakah reaksi tersebut berjalan searah (*irreversible*) atau berbalik (*reversible*). Penentuan panas reaksi berjalan secara eksotermis/endotermis dapat dihitung dengan perhitungan panas pembentukan standar (ΔH_f°) pada $P = 1 \text{ atm}$ dan $T = 298 \text{ K}$.

Reaksi yang terjadi:



Harga ΔH_f° 298 Reaksi dan ΔG 298 Reaksi masing-masing komponen dapat dilihat pada tabel 1.3 berikut:

komponen	ΔH_f° 298 (kkal/gmol)
C_3H_6	20,42
H_2O	-241,80
$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$	-272,59
$\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}$	318,80

$$\begin{aligned} \Delta H_{R298} &= (n. \Delta H_f^0 \text{ Produk}) - (n. \Delta H_f^0 \text{ Reaktan}) \\ \Delta H_{R298} &= (\Delta H_f^0 \text{C}_3\text{H}_8\text{OH}) - (\Delta H_f^0 \text{C}_3\text{H}_6 + \Delta H_f^0 \text{H}_2\text{O}) \\ \Delta H_{R298} &= (-272,59) - (20,42 + (-241,80)) \\ \Delta H_{R298} &= (-272,59) - (-221,38) \\ \Delta H_{R298} &= -51,21 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Harga ΔH_{R298} bernilai negatif, maka reaksi pembentukan *formaldehyde* bersifat *eksotermis* atau menghasilkan panas selama reaksi berlangsung.

Energi Bebas Gibbs (ΔG) digunakan untuk menentukan apakah reaksi berlangsung secara Spontan, tidak spontan, atau berada dalam kesetimbangan. Jika nilai ΔG° adalah negatif maka reaksi dapat berjalan, jika bernilai positif maka reaksi tidak dapat berjalan, sedangkan jika ΔG° adalah nol maka reaksi bersifat spontan. Berikut adalah perhitungan nilai ΔG° .

Tabel 1-4 Data ΔG° komponen berikut :

komponen	$\Delta H_G 298$ (kkal/gmol)
C_3H_6	62,72
H_2O	-228,60
$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$	-173,59
$\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}$	-121,88

$$\begin{aligned} \Delta G^\circ &= \Delta G^\circ \text{ Produk} - \Delta G^\circ \text{ Reaktan} \\ \Delta G^\circ &= (\Delta G^\circ \text{ f C}_3\text{H}_8\text{OH}) - (\Delta G^\circ \text{ f C}_3\text{H}_6 + \Delta G^\circ \text{ f H}_2\text{O}) \\ \Delta G^\circ &= (-173,59) - (62,72 + (- 228,60)) \\ \Delta G^\circ &= (- 173,59) - (- 165,88) \\ \Delta G^\circ &= - 7,71 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Perhitungan harga Konstanta Keseimbangan (K) dapat ditinjau dari rumus sebagai berikut :

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K$$

Atau

$$K = \exp^{-\Delta G/RT}$$

Dimana :

ΔG° = Energi bebas Gibbs standar, (KJ/mol)

R = Tetapan gas ideal, (0,008314 KJ/mol. K)

T = Temperatur, K

K = Konstanta Keseimbangan

(S. K Dogra & S. Dogra, 1990)

Dari persamaan diatas dapat dihitung konstanta keseimbangan pada $T_{\text{referensi}} = 298 \text{ K}$ adalah sebagai berikut.

$$K_{298} = \exp \left[-\frac{\Delta G}{RT} \right]$$

$$K_{298} = \exp \left[-\frac{-7,71 \text{ kJ/mol}}{0,008314 \times 298} \right]$$

$$K_{298} = \exp [3,110]$$

$$K_{298} = 22,429$$

Reaksi dijalankan pada temperatur 140°C , sehingga harga konstanta keseimbangan K pada temperatur 140°C (413 K) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$\frac{K_{\text{operasi}}}{K_{298}} = \exp -\frac{\Delta H^\circ_{298}}{R} \left[\frac{1}{T_{\text{operasi}}} - \frac{1}{T_{298}} \right]$$

$$\frac{K_{\text{operasi}}}{3,11} = \exp -\frac{-51,21}{0,008314} \left[\frac{1}{413} - \frac{1}{298} \right]$$

$$K_{\text{operasi}} = 0,074$$

Dari perhitungan diatas harga $K < 1$ sehingga produk dapat kembali menjadi reaktan, diasumsikan bahwa reaksi bersifat *reversible*.

1.7 Pemilihan Proses

Pada table berikut dapat dilihat perbandingan proses hidrasi tidak langsung dan hidrasi langsung fase gas, fase gas – cair, dan fase cair.

Tabel 1.5 Pemilihan Proses

Faktor Perbedaan	Hidrasi Tidak Langsung	Hidrasi Langsung		
		Fase Gas	Fase Gas - Cair	Fase Cair
Kelebihan	Suhu dan tekanan operasi lebih rendah dibanding proses hidrasi langsung. Kemurnian bahan baku lebih rendah dibanding proses hidrasi langsung	Selektivitas Tinggi	Selektivitas tinggi, kemurnian bahan baku rendah, konversi tinggi, masalah korosi dan lingkungan dapat dikurangi karena tidak menggunakan katalis asam.	Selektivitas tinggi, masalah korosi dan lingkungan dapat dikurangi karena menggunakan katalis asam lemah.
Kekurangan	Masalah korosi tinggi karena menggunakan katalis asam kuat (H_2SO_4). Membutuhkan penanganan khusus terhadap limbah asam kuat.	Konversi rendah. Membutuhkan biaya operasional tinggi karena menggunakan alat yang tahan terhadap tekanan yang sangat tinggi. Bahan baku propilen dengan kemurnian yang tinggi (99 persen).	Membutuhkan biaya operasional tinggi karena menggunakan alat yang tahan terhadap tekanan tinggi.	Konversi rendah, membutuhkan biaya operasional tinggi karena menggunakan alat yang paham terhadap tekanan yang sangat tinggi.

Katalis, T, dan P	Katalis : H_2SO_4 Reaksi 1 : $T = 20-30^\circ C$	Katalis: WO_3-ZnO	Ion-Exchanger resin	Asam lemah $T = 270^\circ C$
-------------------	-------------------------------------------------------	---------------------	---------------------	---------------------------------

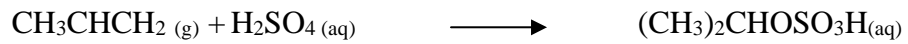
	P= 1-1,2 MPa Reaksi 2 : T= 60-65 °C P= 2,5 MPa	T= 230-290 °C P= 20,3-2,3 MPa Katalis:H3PO4 T= 240-260 °C P= 2,5-6,6 MPa	T= 130-160 °C P= 8-10 MPa	P=20,3 MPa
Reaktor	Tangki Berpengaduk / Absorber	Fix Bed	Fixed Bed	
Kemurnian bahan baku Propilen (% wt)	65%	99%	92%	95%
Konversi terhadap Propilen	93%	5-6%	>75%	60-70%
Selektivitas	98%	96%	93%	98-99%
<i>By Product</i>	Diisopropil Ether		6,3% Diisopropil Ether	
Perbandingan umpan air dan propilen			(12-15) : 1	(2,5) : 1

Berdasarkan perbandingan proses tersebut, maka proses yang dipilih pada prancangan pabrik pembuatan isopropil alcohol dari propilen dan air adalah proses hidrasi langsung fase cair -gas. Kelebihan proses ini, antara lain selektivitas tinggi, konversi tinggi, dan persyaratan kemurnian bahan baku propilen tidak terlalu tinggi, walaupun beroperasi pada kondisi tinggi.

1.7.1 Indirect Hydration (Hidrasi Tidak Langsung)

Proses ini melalui dua tahapan reaksi, yaitu :

Tahap I : Esterifikasi propilen dan asam sulfat untuk membentuk isopropyl hydrogen sulfat. Reaksi terdapat dibawah ini :



Tahap II : Pada Hidrolisis isopropil hydrogen sulfat dan air membentuk isopropyl alcohol dan asam sulfat.



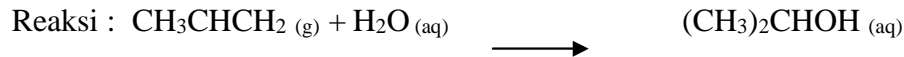
Pada proses ini biasanya dilakukan dengan menggunakan dua reactor yang berbeda. Proses pertama, mereaksikan propilen dan air dalam absorber menggunakan katalis asam kuat (konsentrasi asam >80%) pada suhu 20-30 derajat C dengan tekanan 1-1,2 MPa. Dan proses kedua menggunakan katalis asam lemah dengan konsentrasi asam 60-80%) untuk menghidrolisis ester sulfat pada suhu 60-65 derajat C dan tekanan 2,5 MPa. Konfersi reaksi terhadap propilen sebesar 93% serta selektivitas isopropyl alcohol 98% dengan kemurnian produk isopropyl alcohol 87 wt% dan 97 vol%.

Pada proses ini propilen bereaksikan dengan asam sulfat pada tekanan 10 -70 atm pada temperatur 20 - 30 °C, sehingga terbentuk isopropil hidrogen sulfat, lalu dihidrolisa menghasilkan isopropil alkohol.(Kirk, R.E and Othmer,D.F.,1997)

Kekurangan dari proses ini adalah memiliki berbagai masalah seperti korosi asam sulfat dan sebagai senyawa yang ada didalam proses, konsumsi bahan kimia yang tinggi, pembentukan produk sampingnya yang signifikan dan aliran proses (US Patent. No. 4.469.903)

1.7.2 Direct Hydration (Hidrasi Langsung)

Proses hidrasi langsung 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 60 – 200 bar. Reaksi ini bersifat eksotermis yang menghasilkan panas sekitar 50,2 kJ/mol. (US Patent. No. 4.456.776)



Proses *direct hydration* ini terbagi menjadi tiga macam, seperti proses hidrasi langsung fase gas, fase cair-gas, dan fase cair.

a. Proses hidrasi langsung fase gas

Proses ini dikenal pada tahun 1951 oleh ICI pada kondisi suhu tekanan tinggi, yaitu 230-290 derajat C dan 20,3-35,3 MPa dengan katalis WO₃-ZnO.

Pada tahun yang sama juga, diperkenalkan dengan metode Veba-Chemie. Pada proses Veba-Chemie, propilen dan air diuapkan, lalu dilewatkan pada suatu bed reactor menggunakan katalis H₃PO₄. Kondisi operasi pada reaksi ini yaitu pada suhu 240-260 derajat C dan tekanan 2,5-6,6 MPa.

Kemurnian produk isopropyl alcohol yang dihasilkan adalah 91persen dan selektifitas isopropyl alcohol 96persen, sedangkan propilen yang bereaksi hanya 4-5 persen dan propilen dalam jumlah banyak yang tidak bereaksi di recycle.

b. Proses hidrasi langsung fase cair-gas

Perusahaan Deutche-Texaco mengembangkan suatu proses trickle bed dengan mencampurkan air dan gas propilen kedalam reactor dari atas dan mengalir kebawah melalui ion-exchanger resin. Reaksi, berlangsung pada kondisi suhu 130-160 derajat C dan tekanan 8-10 MPa, menghasilkan isopropyl alcohol cair. Jumlah propilen yang terkonversi dari proses ini lebih dari 75% dan selektivitas isopropyl alcohol sekitar 93%. Selain isopropyl alcohol terbentuk juga produk samping yaitu diisopropil eter.

c. Proses hidrasi langsung fase cair

Proses ini dikembangkan oleh Perusahaan Tokuyama Soda dengan menggunakan katalis cair asam lemah. Bahan baku propilen cair dan air dipanaskan, lalu direaksikan dalam reactor dengan kondisi suhu 270 derajat C dan tekanan 20,3 MPa. Katalis yang terlarut kemudian dipisahkan dan direcycle.

Konversi reaksi terhadap propilen adalah 60-70% dan selektivitas isopropyl alcohol pada proses ini antara 98-99%. Kemudian propilen yang

dibutuhkan dalam proses ini adalah 95%.

1.7.3 Hidrogenasi Aseton

Proses ini berlangsung pada tekanan 10 - 40 atm dan temperatur 40 -150 °C. Pada proses ini *acetone* dan gas hidrogen direaksikan dengan katalis metal *oxide* membentuk isopropil alkohol. (US Patent. No. 6.939.995)



1.8 Deskripsi Proses

1.8.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Tahapan persiapan bahan baku merupakan tahapan yang paling penting, karena sebageian besar berawal dari tahapan persiapan bahan baku. Bahan baku yang digunakan dalam prancangan ini adalah propylene, propane, dan air. Penemuan ini berhubungan secara umum dengan perolehan produk yang diinginkan dalam proses konversi hidrokarbon. Lebih tepatnya, penemuan ini berhubungan dengan suatu peroses untuk produksi isopropyl alcohol alifatik oleh hidrasi yaitu suatu hidrokarbon olefinic. Proses ini terdiri dari langkah unik yaitu menghubungi aliran hidrasi dengan propane atau hidrokarbon olefinic. Proses ini terdiri dari langkah unik dari yaitu menghubungi aliran hidrasi dengan propane atau hidrokarbon yang serupa dalam zona ekstraksi cair cair berlawanan. Isopropyl alcohol dan hidrasi reaksi oleh produk dengan demikian ditransfer ke aliran propane dimana di peroleh dari proses fraksinasi sederhana. Proses propane dan air yang mengalir bertemu dari jalur akan tercampur dan akan ditambahkan dengan produk tambahan pendukung seperti aseton dan diisopropil eter didalam prosesn reactor untuk menjadi bahan baku utama yaitu isopropyl alcohol.

1.8.2 Tahap Proses Isopropil Alkohol

Tahap pertama dari pembuatan isopropyl alcohol adalah aliran umpan masuk berupa campuran propane dan propilena masuk menuju kolom destilasi fraksinasi dimana air dipisahkan dari fraksinasi bawah dan sebagai pemisah propilena-propana. Propilena yang masuk kedalam aliran uap overhead. Propilen sebagai uap

dilepaskan pada bagian atas berupa uap panas yang melewati kondensor bagian atas untuk membentuk cairan yang sudah didinginkan lalu di kumpulkan dalam penerima over head. Propilena terlepas dari kondensor melalui bagian bawah dan dibagi menjadi dua bagian. Bagian pertama sebagai refluks dan bagian kedua sebagai proses hidrasi. Dalam proses hidrasi umpan hidrokarbon olefinic seperti propilen langsung bereaksi dengan air untuk menghasilkan produk alcohol. (US 3,328,469)

Aliran refluks dikembalikan kekolom fraksinasi untuk didaur ulang menggunakan reaksi hidrasi eksoterm. Dan proses hidrasi dilewatkan menuju reactor . Aliran berate ditarik sebagai zona hidrasi aliran efulen akan berisi campuran produk alcohol, air hidrokarbon parafinik yang sebagai aliran umpan, hidrokarbon olefinic yang tidak bereaksi dan berbagai kemungkinan reaksi oleh produk semacam itu sebagai eter dan keton. Pencampuran ini sebaiknya dikenai satu atau lebih yang menghasilkan fase uap yang terdiri dari banyak komponen yang mudah menguap hadir dalam limbah. Fase uap ini pada dasarnya akan menjadi campuran propane dan propilen selama hidrasi berlangsung. Sedangkan pada reactor, air dan propilena akan terjadi proses katalis hidrasi, dengan tambahan molar air besar yang diumpankan melalui 3 jalur dimana jalur pertama ada isopropyl alcohol, jalur dua ada aseton, jalur tiga ada produk samping yaitu diisopropil eter. Produk samping seperti isopropyl alcohol, aseton, dan diisopropil eter ini dapat mengandung lima hingga sepuluh persen berat, seperti keton dan eter. Dalam reactor ini terjadi proses katalis hidrasi dimana air, propilen, propane, dan bahan tambahan dicampur dan diproses.

1.8.3 Tahap Pemisahan Produk

Aliran fase cair berupa produk samping seperti isopropyl alcohol, aseton, dan diisopropil eter dikeluarkan melalui pipa dan di lewatkan kedalam bejana pemisan uap dan cair . dibejana pemisah uap dan cair ini uap yang diumpankan akan dikembalikan dan didaur ulang kembali sedangkan cairan propilen dan isopropyl alcohol mengalir pada jalur bawah dan untuk di ekstraksi. Adapun perwujudan yang luas dari penemuan ini terdiri dari langkah langkah menghubungi propilen dengan kelebihan molar air dengan katalis hidrasipada zona reaksi dan dengan demikian dapat menghasilkan aliran fasa hidrasi, aliran yang terdiri dari air dan isopropyl

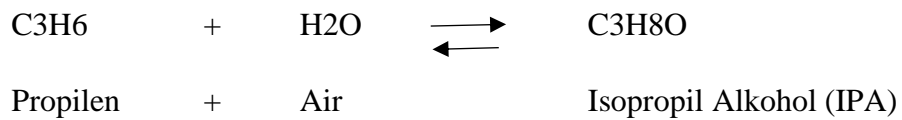
alcohol. Dimana air mempunyai konsentrasi 0, berat yang dapat ditolerir. Konsentrasi air dalam area reactor ini memiliki variable penting dalam proses. Rasio molar air.

Konsentrasi air dalam area reactor ini memiliki variable penting dalam proses. Rasio molar air masuk kehidrokarbon finik berkisar antra lima banding satu dan duapuluh banding satu. Oleh karena itu, bejana bejana reaksi membutuhkan penambahan dari sekitar 8 sampai 20 mol air. Cairan propane dan propilen masuk kedalam kolom ekstraksi harus cukup mempertahankan dalam dua fase cair, tapi sebaliknya tidak memainkan bagian penting dalam operasi zona ekstraksi dilakukan pada suhu antara 60derajat F dan sekitar 120 derajat F atau sekitar (16-50 C). Fase berair melewati kolom ekstraksi bagian bawah secara berlawanan dengan aliran naik propane. Isopropyl alcohol dan produk reaksi lainnya di transfer ke aliran propane dari fase berair. Aliran rafinat berair yang dilepaskan dari bagian bawah kolom ekstraksi, kemudian didaur lang dikembalikan ke reactor dan air ditambahkan pada proses melalui bagian atas.

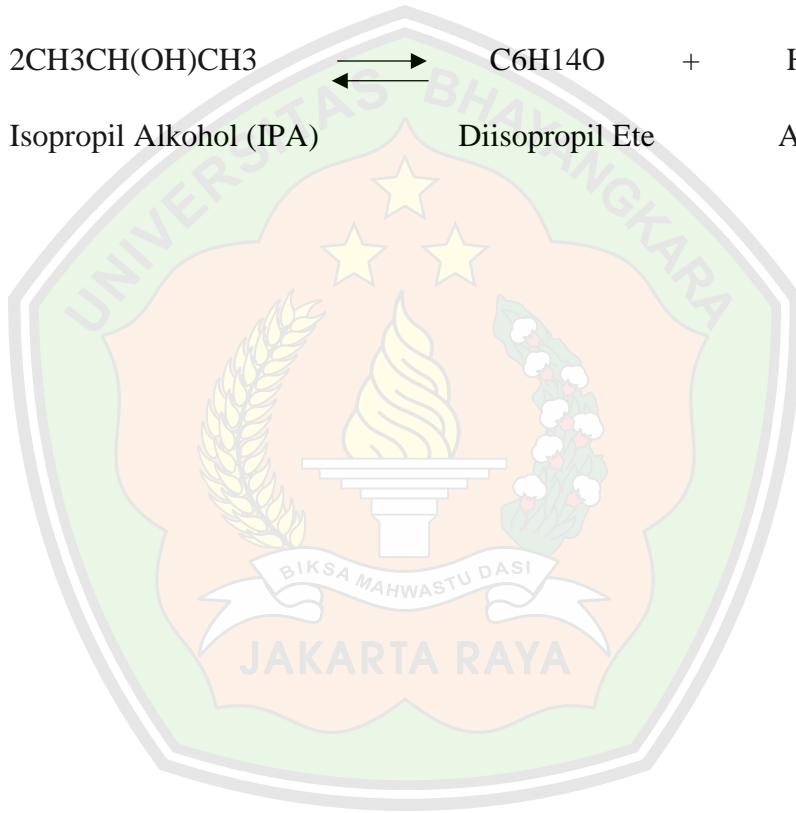
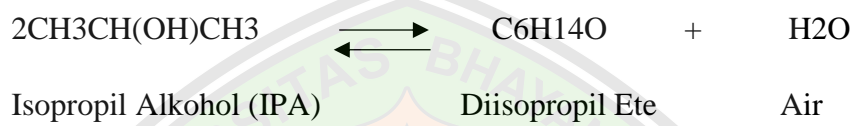
1.8.4 Tahap Pemurnian Isopropil Alkohol

Pada tahap pemurnian ini pelarut propane dan isopropyl alkoohol diekstraksi dengan produk reaksi lainnya. Aliran ekstrak dihapus dari bagian atas kolom ekstraksi dari pelarut propane dan isopropil alcohol yang diekstraksikan dengan produk lainnya. Aliran besar berisi secara substansial terdiri dari isopropil alcohol yang dimasukan dihilangkan sebagai aliran produk dari proses bagian bawah. Aliran ekstrak dilewatkan kedalam kolom fraksinasi destilasi. Pada kolom destilasi fraksinasi terjadi proses pemisahan senyawa antara propane dan isopropil alcohol. Isopropil alcohol dengan demikian diekstraksi dari azeotrope. Ekstraksi ini akan terjadi setelah dua operasi distilasi dan fasa berair hadir setelah ekstraksi yang tampaknya dicirikan sebagian hanya 0,1 persen volume dari total cairan yang ada. Dimana aliran uap propane akan mengalir keatas dimana propane ini dipisahkan kembali menjadi dua bagian alur yang pertama propane akan dikeluarkan melalui jalur atas yang disebut sebagai saluran pembuangan atau proses pembuangan sisa. Dan bagian kedua masuk pada bagian kolom ekstraksi melalui saluran daur ulang bahan . dimana proses ini akan mendaur ulang sisa propane dan di umpan kan ke kolom ekstraksi. Pelarut yang digunakan dalam kolom ekstraksi ini terdiri dari

campuran propane yang dikeluarkan dari kolom fraksinasi 1 sebagai aliran dasar bersih yang dibawa oleh tiga garis. Campuran ini dilewatkan ke bagian bawah kolom ekstraksi melalui jalur atas. Sedangkan isopropil alcohol murni akan keluar melalui jalur bawah. Dimana jalur bawah ini adalah hasil produk akhir yaitu isopropil alcohol yang akan di keluarkan. Ada pula reaksinya sebagai berikut :

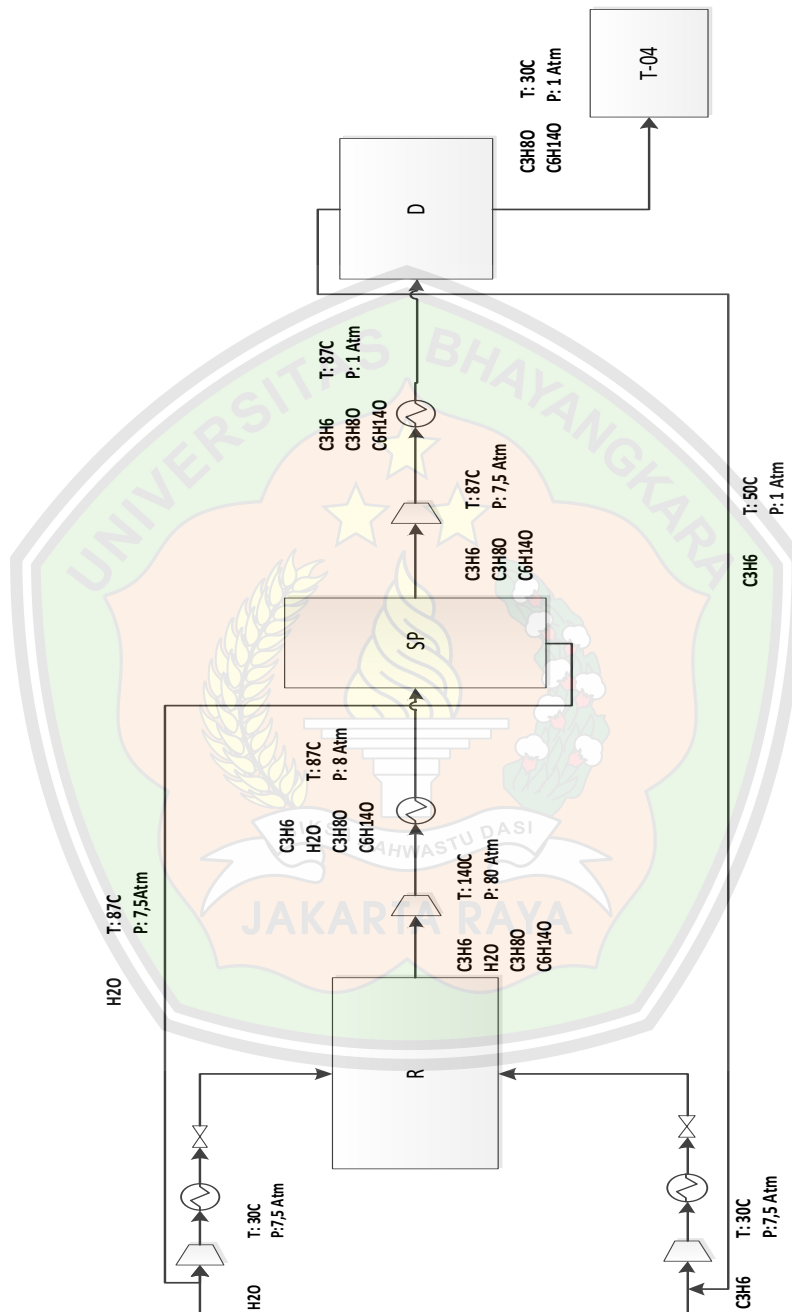


Sedangkan reaksi samping seperti berikut :



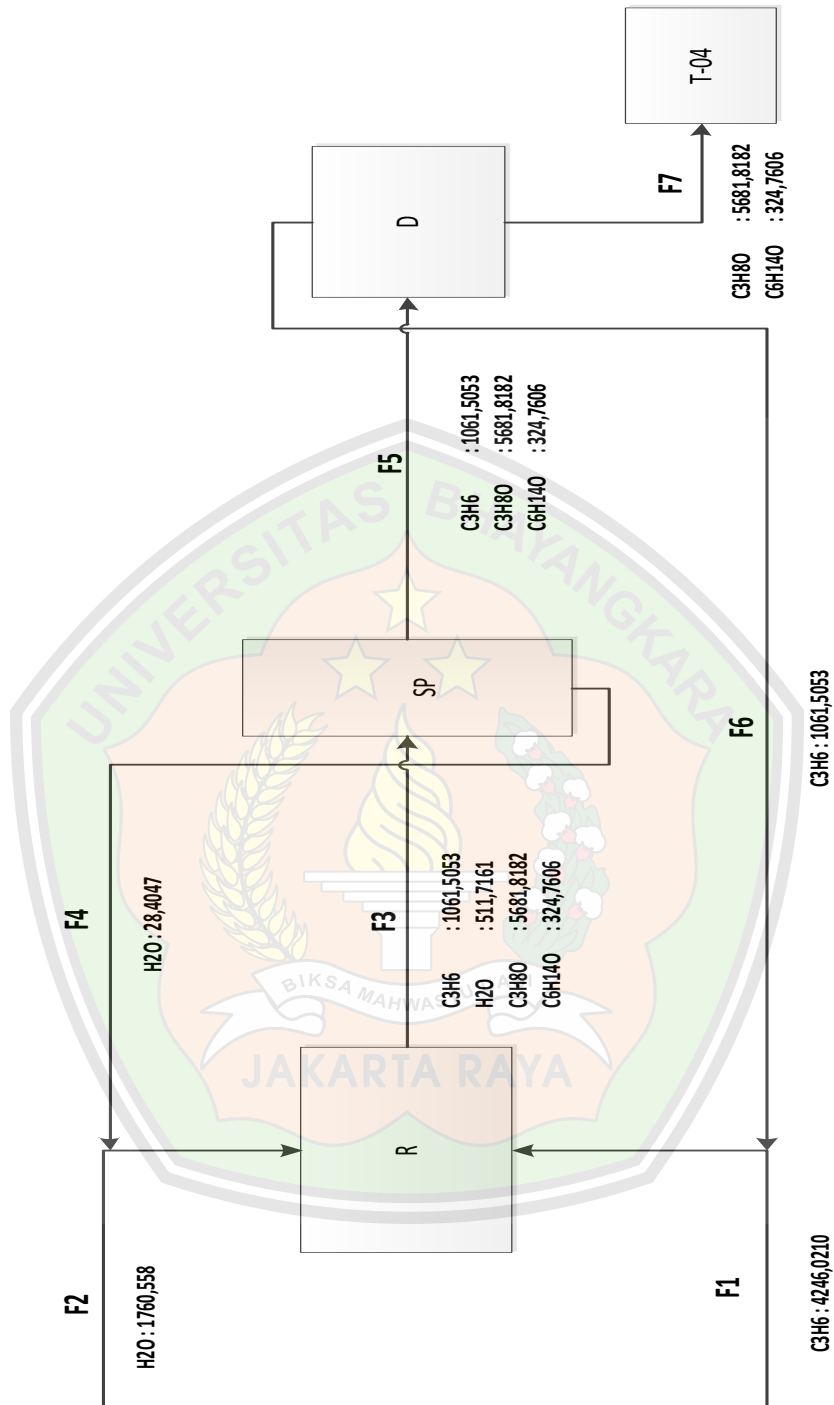
1.9 Diagram Alir Proses dan Tahapan Proses

1.9.1 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 1.3.1 Diagram Alir Kualitatif

1.9.2 Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 1.3.2 Diagram Alir Kuantitatif

1.10 Bahan Baku

1. Propilen (C₃H₆)

Propilen adalah senyawa kimia yang pada suhu kamar dan tekanan atmosfer berupa gas tidak berwarna, larut dalam alcohol dan eter serta sedikit larut dalam air. Di Indonesia produksi propylene diolah dari nafta dengan proses cracking menjadi propylene. Di Indonesia hanya terdapat dua industri penghasil propilen yaitu Pertamina dan PT. Chandra Asri Petrochemical Tbk.

Sifat Fisis :

- Rumus molekul : C₃H₆
- Berat Molekul : 42 gr/grmol
- Bentuk (1 atm, 25°C) : Gas
- Viskositas : 0,09 cP
- Titik beku (1 atm) : -185,26 C
- Titik didih (1 atm) : -47,75 C
- Tekanan Kritis (atm) : 45,39
- Densitas : 1,195 kg/m³ (gas) ; 613,9 kg/m³ (cair)

Data termodinamika

- ΔH_f° : J/gmol fase cair (pada 25 °C)
- ΔG_f° : J/gmol fasa cair (pada 25 °C)
- C_p gas : $4.394 + 24,274 \cdot 10^{-3} T - 6.855 \cdot 10^{-6} T^2$ cal/gmol.K

Sifat Kimia

1. Propilen merupakan senyawa olefin yang berisomer dengan siklo propana.
2. Pada kondisi atm, propilen berbentuk gas yang lebih berat dari udara dan mempunyai aroma manis masisan.
3. Propilen mudah teroksidasi pada konsentrasi tertentu dapat terbakar, mudah meledak, mudah teroksidasi, larut dalam alcohol, dan eter tetapi kurang larut dalam air.

4. Propilen lebih reaktif dibandingkan dengan propane atau etilen. Hal ini disebabkan karena adanya gugus metal dan ikatan rangkap yang tidak sistematis.

2. Air (H₂O)

Sifat fisis

- Rumus molekul : H₂O
- Berat Molekul : 18 gr/grmol
- Bentuk (1 atm) : cair
- Viskositas : 0,89 cP
- Titik beku (1 atm) : 0 C
- Titik didih (1 atm) : 100 C
- Tekanan Kritis (atm) : 217,67
- Densitas : 998,2 kg/m³

Sifat Kimia

- Bersifat netral
- Pelarut yang baik
- Beaksi dengan oksida logam membentuk hidroksida yang bersifat basa dan bila bereaksi dengan oksida non logam membentuk asam.

3. Katalis (Amberlyst DT)

- Nama : Amberlyst DT (Rohm and Hass Company)
- Jenis : *Cation Exchanger Resin*
- Bentuk : Bola
- Fase : Padat
- Ukuran Partikel : 0,58 – 0,75 mm
- Suhu Operasi Maks : 170°C

1.10.1 Bahan Baku Utama

Isopropil Alkohol

Sifat Fisis

- Rumus molekul : C₃H₇OH
- Berat Molekul : 60 gr/mol

- Bentuk (1atm,25oC) : Cair
- Viskositas : 2,37 cP
- Titik beku (1 atm) : -87,87 C
- Titik didih (1 atm) : 82,3 C
- Tekanan Kritis (atm) : 42,02
- Densitas : 1785,39 kg/m³

Sifat Kimia

- Dehidrogenasi isopropil alcohol dengan katalis seperti logam, oksida, atau campuran logam membentuk aseton.
- Oksidasi isopropil alcohol dengan udara atau oksigen pada suhu tinggi membentuk aseton dan air.
- Esterifikasi isopropil alcohol dengan katalis asam (asam sulfat) menghasilkan diisopropil eter.

1.10.2 Produk Samping

Diisopropil Eter

Sifat Fisis

- Rumus molekul : C₆H₁₄O
- Berat Molekul : 120 gr/mol
- Bentuk (1atm,25oC) : Cair
- Titik beku (1 atm) : -85,5 C
- Titik didih (1 atm) : 69 C
- Tekanan Kritis (atm) : 28,42
- Densitas : 725 kg/m³

Sifat Kimia

- Pelarut yang baik, sehingga sering digunakan dipabrik kimia.
- Sedikit larut dalam air.
- Membentuk peroksida yang eksposif di udara dalam waktu yang lama.