

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.

Kebutuhan isopropil alkohol di Indonesia yang tinggi dipenuhi dengan mengimpor dari negara lain. Data isopropil alkohol yang di peroleh dari UN Data menunjukan 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 memenuhi

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.

Indonesia sebagai negara yang baru maju akan melaksanakan pembangunan dan pengembangan di berbagai sektor, salah satunya adalah sektor industri. Dalam pembangunan, sektor industri makin berperan strategis karena merupakan motor penggerak dalam pembangunan suatu negara. Sektor ini di harapkan disamping sebagai penyerap tenaga kerja terbesar dan penghasil devisa, juga sebagai pemacu pertumbuhan ekonomi yang tinggi. Industri yang tengah dikembangkan di Indonesia yaitu industri kimia. Industri kimia merupakan industri yang cukup besar kontribusinya dalam menghasilkan devisa negara dan juga selama ini Indonesia banyak mengimport bahan kimia dari luar negeri. Selain itu Indonesia kaya akan sumber daya alam yang merupakan bahan dasar atau bahan baku dari industri kimia. Salah satu bahan kimia yang masih diimpor adalah isopropil alkohol. Isopropil alkohol adalah bentuk kedua dari Alkohol yang lebih sederhana.

Isopropil alkohol dengan rumus molekul C_3H_7OH merupakan cairan yang tidak berwarna, mudah menguap, dan mudah terbakar. Isopropil alkohol memiliki berbagai macam kegunaan, baik sebagai produk akhir maupun produk antara (*intermediate*). Beberapa contoh isopropil alkohol sebagai produk akhir, yaitu: sebagai solvent, pembuatan bahan kimia dalam bidang pertanian, bahan tambahan dalam obat-obatan, dan antiseptik. Sebagai produk antara, isopropil alkohol digunakan untuk produk aseton, metil isobutil keton, metil isobutil karbinol, isopropil amin, dan isopropil asetat (Trapalis dkk, 2003).

1.2 Rumusan Masalah

Peningkatan kebutuhan isopropil alkohol di Indonesia belum diimbangi dengan ketersediaan produk dalam negeri, sehingga masih bergantung pada impor. Oleh karena itu diperlukan prarancangan pabrik yang mampu memproduksi isopropil alkohol yang efisien dan ekonomis. Dalam rumusan masalah ini menjelaskan proses produksi menggunakan metode hidrasi langsung fase cair-gas, menentukan kapasitas optimal pabrik, menghitung neraca massa dan energi,

memilih peralatan dan unit utilitas serta menganalisis kelayakan ekonomi dan lokasi pendirian pabrik.

1.3 Tujuan Prarancangan Pabrik

Adapun tujuan prarancangan pabrik isopropil alkohol adalah:

1. Merancang proses produksi isopropil alkohol dari propilen dan air menggunakan metode hidrasi langsung fase cair-gas.
2. Menentukan kapasitas pabrik yang optimal untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan peluang ekspor.
3. Menyusun perhitungan neraca massa dan energi sebagai dasar analisis teknis proses.
4. Merancang unit utilitas dan melakukan analisis kelayakan ekonomi awal dan pemilihan lokasi pabrik.

1.4 Manfaat Prarancangan Pabrik

Adapun manfaat prarancangan pabrik isopropil alkohol ini adalah:

Mengurangi ketergantungan impor isopropil alkohol dan meningkatkan industri nasional.

1. Meningkatkan teknis dan ekonomi bagi pembangunan pabrik skala industri.
2. Meningkatkan wawasan dan pengetahuan pada perancangan pabrik kimia, khususnya pada proses hidrasi langsung.
3. Membuka peluang lapangan pekerjaan dan mendorong pertumbuhan industry kimia.

1.5 Batasan Masalah

Untuk menjaga fokus kajian, prarancangan ini dibatasi pada proses produksi isopropil alkohol menggunakan metode hidrasi langsung fase cair-gas dengan katalis *Amberlyst-15*. Cakupan perancangan meliputi perhitungan neraca massa dan energi, pemilihan peralatan utama, perancangan unit utilitas, analisis ekonomi awal, serta pemilihan lokasi pabrik.

1.6 Kapasitas Pabrik

Kapasitas pabrik merupakan faktor yang sangat penting dalam pendirian pabrik karena akan mempengaruhi perhitungan teknis dan ekonomis. Semakin besar kapasitas pabrik kemungkinan keuntungan yang diperoleh akan semakin besar, tetapi dalam penentuan kapasitas perlu juga dipertimbangkan faktor lainnya. Faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas pabrik yaitu data kebutuhan isopropil alkohol di Indonesia yang akan diuraikan berikut ini.

1.6.1 Kapasitas Pabrik Isopropil Alkohol di Dunia

Adapun pabrik isopropil alkohol yang sudah berdiri di luar negeri dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Data Kapasitas Pabrik Isopropil Alkohol di luar negeri

No	Perusahaan	Kapasitas (Ton/Tahun)
1	Crovell Biotech (Hebei) co.,ltd	9600
2	Hefei TNJ Chemical Industry co.,ltd	9600
3	Jinan Shijitongda Chemical co,ltd	24000
4	Selena Zhou	26000
5	Xian Galaxy Chemicals co.,ltd	60000

Sumber : (Badan Pusat Statistik, 2020)

1.6.2 Kebutuhan Isopropil Alkohol di Indonesia

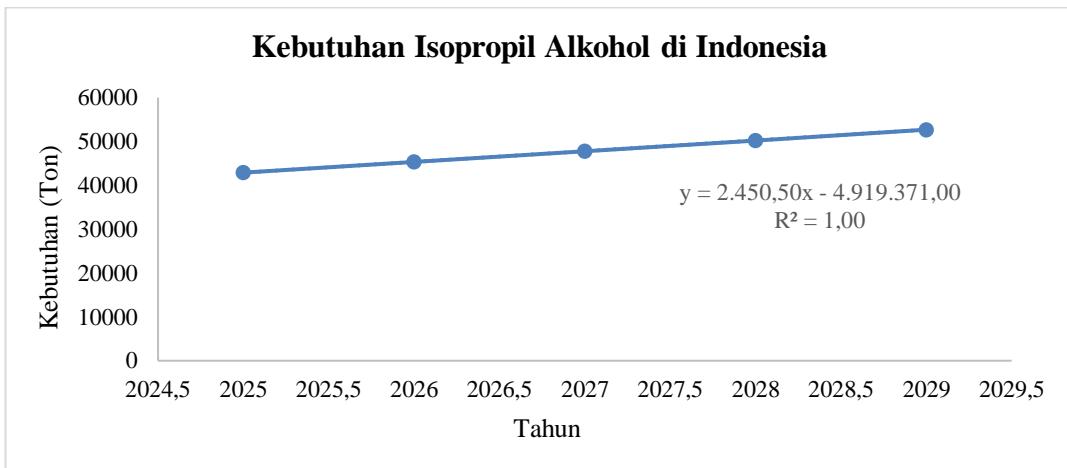
Kebutuhan isopropil alkohol di Indonesia diprediksi akan meningkat setiap tahun karena banyaknya industri yang menggunakan senyawa ini untuk disinfektan, kosmetik dan sebagai anti septik pada kulit. Jumlah kebutuhan isopropil alkohol selama kurun waktu 2020 sampai 2024 di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.2

Tabel 1.2 Data Kebutuhan isopropil alkohol di Indonesia

No.	Tahun	Kapasitas (Ton/Tahun)
1.	2020	29.281
2.	2021	35.480
3.	2022	35.614
4.	2023	36.103
5.	2024	41.222

Sumber : (Badan Pusat Statistik, 2020)

Adapun grafik kebutuhan isopropil alkohol di Indonesia setiap tahunnya bersadarkan data yang diperoleh dari Biro Pusat Statistik pada tahun 2020 dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Grafik Kebutuhan Isopropil Alkohol di Indonesia

Tabel 1.3 Ekstrapolasi Kebutuhan Isopropil Alkohol 2025-2029 di Indonesia

No.	Tahun	Kapasitas (Ton/Tahun)
1.	2025	42.891,5
2.	2026	45.342,00
3.	2027	47.792,50
4.	2028	50.243,00
5.	2029	52.693,50

Sumber : (Badan Pusat Statistik, 2024)

Dari Gambar 1.1 dapat dilihat grafik data impor isopropil alkohol di Indonesia dari tahun 2025 sampai 2029 dapat disimpulkan bahwa kebutuhan akan isopropil alkohol meningkat dari tahun 2025-2029. Hal ini tentu menyebabkan kebutuhan akan isopropil alkohol pada masa yang akan datang juga akan terus meningkat sejalan dengan laju pertumbuhan industri yang menggunakan bahan baku akan isopropil alkohol. Untuk menghitung kebutuhan akan isopropil alkohol pada tahun berikutnya maka dapat digunakan metode ekstrapolasi. Kebutuhan akan isopropil alkohol dapat diketahui dengan persamaan:

$$y = 2.450,50(2029) - 4.919,371$$

$$y = 4.972.064,5 - 4.919.371,00$$

$$y = 52.693,5 \text{ Ton/Tahun}$$

Dari hasil perhitungan dapat diperkirakan kebutuhan isopropil alkohol di Indonesia pada tahun 2029 adalah sebesar 52.000 ton/tahun. Maka, prarancangan pabrik isopropil alkohol direncanakan akan berproduksi dengan kapasitas 165.000 ton/tahun dikarenakan belum ada pabrik yang memproduksi isopropil alkohol di Indonesia. Produksi isopropil alkohol 25% dari kapasitas yang direncanakan akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri pada tahun 2029. Dan 75% untuk kebutuhan ekspor di ketiga negara yang kami ambil. Adapun pertimbangan prarancangan pabrik isopropil alkohol sebagai berikut:

1. Memenuhi kebutuhan isopropil alkohol di Indonesia sehingga mengurangi impor isopropil alkohol di dalam negeri.
2. Menambah lapangan kerja baru.

1.6.3 Kebutuhan Isopropil Alkohol di Luar Negri

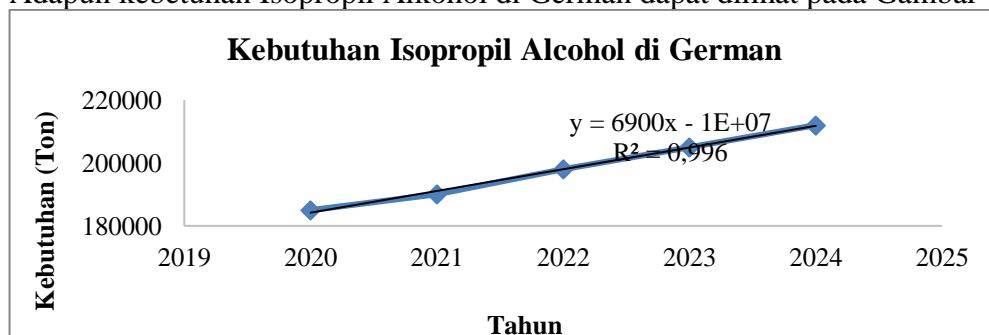
Berdasarkan data dari Statistik, kebutuhan akan isopropil alkohol luar negeri dari tahun 2020-2024 seperti terlihat pada Tabel 1.4 dan Tabel 1.7

Tabel 1.4 Kebutuhan Isopropil Alkohol di German

No.	Tahun	Kapasitas (Ton/Tahun)
1.	2020	185.000
2.	2021	190.000
3.	2022	198.000
4.	2023	205.000
5.	2024	212.000

Sumber: (Badan Pusat Statistik, 2020)

Adapun kebutuhan Isopropil Alkohol di German dapat dilihat pada Gambar 1.2



Gambar 1.2 Grafik Kebutuhan Isopropil Alkohol di German Tahun 2020-2024

Dari kurva diatas didapatkan persamaan garis lurus $y = 6.900x - 13.753.800,00$ dengan x sebagai fungsi tahun dan nilai $R^2 = 0,996$. Maka dari persamaan tersebut dapat dihitung kebutuhan isopropil alkohol luar negri pada tahun 2029 mendatang sebagai berikut.

$$y = 6.900(2029) - 13.753.800,00$$

$$y = 14.000.100 - 13.753.800,00$$

$$y = 246.300,00 \text{ Ton/Tahun}$$

Tabel 1.5 Ekstrapolasi Kebutuhan Isopropil Alkohol 2025-2029 di German

No.	Tahun	Kapasitas (Ton/Tahun)
1.	2025	218.700,00
2.	2026	225.600,00
3.	2027	232.500,00
4.	2028	239.400,00
5.	2029	246.300,00

Sumber : (Badan Pusat Statistik, 2024)

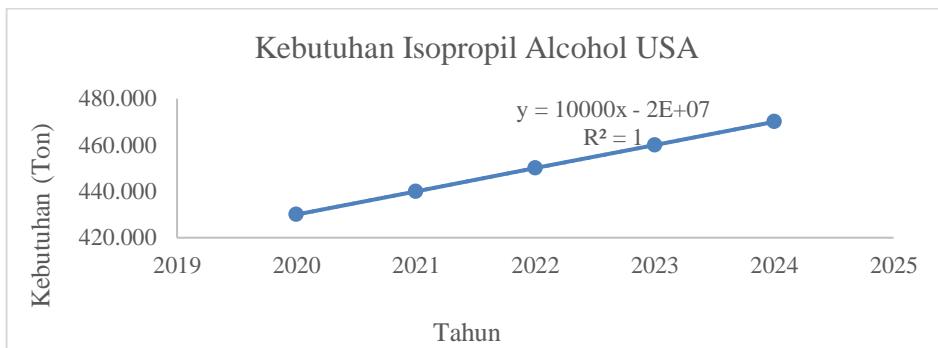
Maka impor isopropil alkohol di German pada tahun 2029 meningkat menjadi sebesar 246.300,00 Ton/Tahun

Tabel 1.6 Kebutuhan Isopropil Alkohol di USA

No.	Tahun	Kapasitas (Ton/Tahun)
1.	2020	430.000
2.	2021	440.000
3.	2022	450.000
4.	2023	460.000
5.	2024	470.000

Sumber: (Badan Pusat Statistik, 2020)

Adapun kebutuhan Isopropil Alkohol di German dapat dilihat pada Gambar 1.3



Gambar 1.3 Grafik Kebutuhan Isopropil Alkohol di USA Tahun 2020-2024

Dari kurva diatas didapatkan persamaan garis lurus $y = 10.000x - 19.770.000,00$ dengan x sebagai fungsi tahun dan nilai $R^2 = 1$. Maka dari persamaan tersebut dapat dihitung kebutuhan isopropil alkohol luar negri pada tahun 2029 mendatang sebagai berikut.

$$y = 10.000(2029) - 19.770.000,00$$

$$y = 20.290.000 - 19.770.000,00$$

$$y = 520.000,00 \text{ Ton/Tahun}$$

Tabel 1.7 Ekstrapolasi Kebutuhan Isopropil Alkohol 2025-2029 di USA

No.	Tahun	Kapasitas (Ton/Tahun)
1.	2025	480.000,00
2.	2026	490.000,00
3.	2027	500.000,00
4.	2028	510.000,00
5.	2029	520.000,00

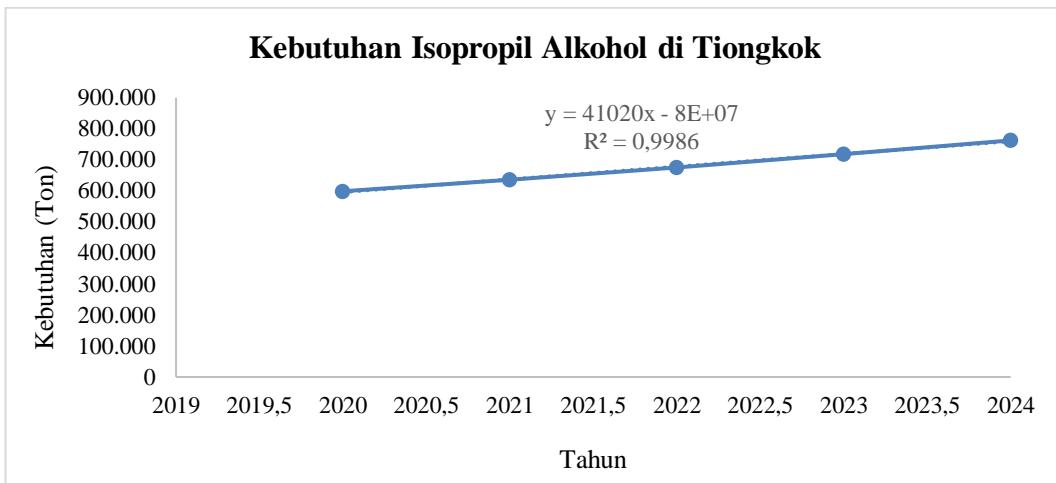
Sumber : (Badan Pusat Statistik, 2024)

Maka impor isopropil alkohol di German pada tahun 2029 meningkat menjadi sebesar 520.000,00 Ton/Tahun

Tabel 1.8 Kebutuhan Isopropil Alkohol di Tiongkok

No.	Tahun	Kapasitas (Ton/Tahun)
1.	2020	598.800
2.	2021	635.700
3.	2022	675.600
4.	2023	717.900
5.	2024	762.800

Sumber: (Badan Pusat Statistik, 2020)



Gambar 1.4 Grafik Kebutuhan Isopropil Alkohol di Tiongkok Tahun 2020-2024

Dari kurva diatas didapatkan persamaan garis lurus $y = 41.020x - 8.226.428,00$ dengan x sebagai fungsi tahun dan nilai $R^2 = 0,9986$. Maka dari persamaan tersebut dapat dihitung kebutuhan isopropil alkohol luar negri pada tahun 2029 mendatang sebagai berikut.

$$y = 41.020(2029) - 8.226.428,00$$

$$y = 83.229.580 - 82.264.280,$$

$$y = 965.300,00 \text{ Ton/Tahun}$$

Tabel 1.10 Hasil Ekstrapolasi Kebutuhan Isopropil Alkohol 2025-2029 di Tiongkok

No.	Tahun	Kapasitas (Ton/Tahun)
1.	2025	801.220,00
2.	2026	842.240,00
3.	2027	883.260,00
4.	2028	924.280,00
5.	2029	965.300,00

Sumber : (Badan Pusat Statistik, 2024)

Maka impor isopropil alkohol di Tiongkok pada tahun 2029 meningkat menjadi sebesar 965.300,00 Ton/Tahun.

Untuk membantu memenuhi kebutuhan Isopropil alkohol dalam negri dan luar negeri, maka diambil kapasitas pra-rancangan pabrik sebesar 165.000 ton/tahun dengan mencakup kebutuhan isopropil alkohol di Indonesia tidak lebih dari peluang kebutuhan isopropil alkohol di Indonesia yaitu diambil 25% atau 41.250 Ton. Sedangkan isopropil alkohol yang akan di ekspor untuk mencukupi kebutuhan di luar negeri dapat dilihat pada tabel 1.10.

Tabel 1.11 Analisis Peluang Dan Distribusi Impor Isopropil Alkohol Dari Dalam Ke Luar Negeri

No	Negara	Peluang Ekspor	Jumlah Ekspor	% Ekspor
1.	Tiongkok	202.500,00	100.000	25
2.	German	34.300,00	25.000	25
3.	USA	50.000,00	30.000	25
Jumlah			165.000	75

Berdasarkan data impor dan kebutuhan isopropil alkohol di Indonesia serta kebutuhan isopropil alkohol diluar negeri, asia dan kapasitas pabrik isopropil alkohol yang telah berdiri maka dapat disimpulkan besarnya kapasitas produksi pabrik pembuatan isopropil alkohol ini sebesar 165.000 Ton/Tahun. Dimana sebesar 25% dari seluruh kapasitas tersebut digunakan untuk memenuhi kebutuhan isopropil alkohol di Indonesia dan 25% dari kapasitas produksi untuk kebutuhan isopropil alkohol di German serta 25% dari kapasitas produksi untuk kebutuhan isopropil alkohol USA, dan 25% dari kapasitas produksi untuk kebutuhan isopropil alkohol di Tiongkok.

Pengoperasian pabrik isopropil alkohol ini akan dimulai pada tahun 2029 dengan harapan sebagai berikut.

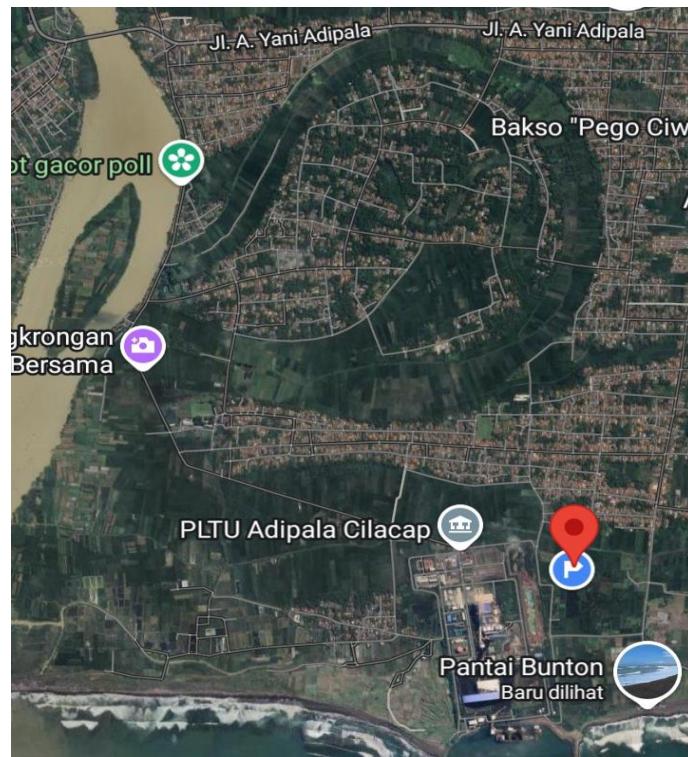
Mampu memenuhi kebutuhan isopropil alkohol dalam negeri yang terus meningkat setiap bulan.

Mampu memenuhi kebutuhan industri dalam negeri yang terus meningkat.

Dapat menghemat devisa negara yang cukup besar karena berkurangnya impor isopropil alkohol dan dapat memenuhi devisa negara dengan mengekspor Sebagian ke negara luar.

1.7 Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik merupakan hal yang penting dalam tahap perancangan pabrik. Hal ini dikarenakan mempengaruhi kelangsungan operasi pabrik, baik produksi produk maupun distribusi produk. Pertimbangan dalam memilih lokasi pabrik diharapkan dapat memberikan keuntungan yang optimum. Lokasi yang dipilih harus memberikan biaya produksi dan distribusi yang minimum, dengan tetap memperhatikan ketersediaan tempat untuk pengembangan pabrik dan kondisi yang aman untuk operasi pabrik (Peters dan Timmerhaus, 1991).



Gambar 1.5 Lokasi Pendirian Pabrik Isopropil Alkohol

Lokasi pabrik isopropil alkohol dengan kapasitas 165.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di Desa Grombolharjo, Kecamatan Adipala,

Kabupaten. Cilacap, Jawa Tengah-Indonesia. Adapun pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik adalah sebagai berikut:

1. Kemudahan dalam operasi dan proses produksi yang disesuaikan dengan kemudahan dalam pemeliharaan peralatan proses serta kemudahan dalam mengontrol hasil produksi.
2. Distribusi utilitas yang tepat dan efisien.
3. Keselamatan kerja para pekerja harus dijamin melalui penerapan tata letak pabrik yang tepat.
4. Memberikan kebebasan bergerak yang cukup leluasa bagi personil diantaranya peralatan proses dan peralatan yang menyimpan bahan berbahaya.
5. Adanya kemungkinan perluasan pabrik.
6. Adanya servis area seperti tempat parkir dan kantin yang tidak terlalu jauh dari tempat kerja, masjid dan gedung pertemuan serta gedung olahraga yang dapat dimanfaatkan oleh umum.
7. Harus memperhatikan masalah pengolahan limbah agar tidak mengganggu atau mencemari lingkungan.

1.7.1 Perawatan Kawasan Ekonomi Khusus

Peraturan Pemerintah (PP) Republik Indonesia No. 142 tahun 2015 tentang kawasan industri pasal 6, pasal 7 dan pasal 8.

Pasal 6 :

1. Pembangunan Kawasan Industri dilakukan oleh badan usaha yang
2. berbentuk badan hukum dan didirikan berdasarkan hukum Indonesia serta
3. berkedudukan di Indonesia.
4. Badan usaha sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dapat berbentuk: a.
5. Badan Usaha Milik Negara atau Badan Usaha Milik Daerah; b. Koperasi;
6. atau c. Perseroan Terbatas.

Pasal 7 :

Kawasan Industri sebagaimana dimaksud dalam Pasal 6 dibangun dengan

luas lahan paling sedikit 50 (lima puluh) hektar dalam satu hamparan.

Dalam hal Kawasan Industri diperuntukkan bagi Industri Kecil dan Industri Menengah dapat dibangun dengan luas lahan paling sedikit 5 (lima) hektar dalam satu hamparan.

Pasal 8 :

1. Kawasan Industri dapat ditetapkan sebagai kawasan strategis nasional.
2. Penetapan Kawasan Industri sebagai kawasan strategis nasional
3. sebagaimana dimaksud pada ayat (1) sesuai dengan ketentuan peraturan
4. perundang-undangan.
5. Peraturan Bupati Kabupaten Indramayu Nomor 1 Tahun 2012 tentang
6. rencana tata ruang wilayah kabupaten indramayu tahun 2011-2031 pasal 5 ayat (4). Dalam peraturan bupati ini yang dimaksud dengan:
(4). Strategi untuk pengembangan kawasan industri sebagaimana dimaksud dalam Pasal 4 huruf d meliputi:
7. Mengembangkan kawasan peruntukkan industri dan menarik investasi;
8. Mengembangkan industri kecil dan menengah; dan
9. Mengembangkan pusat promosi dan pemasaran hasil industri kecil dan
10. menengah.

1.7.2 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan produksi suatu pabrik sehingga penyediaan bahan baku sangat di proritaskan. Bahan baku utama pembuatan isopropil alkohol yaitu propilen yang diperoleh dari PT. Pertamina RU IV Cilacap dalam fase cair, air dari sungai serayu yang dialirkan menuju unit utilitas. Mengingat ketersediaan bahan baku yang melimpah dan kebutuhan akan isopropil alkohol yang besar, maka dapat dipertimbangkan lebih lanjut untuk mendirikan pabrik tersebut.

Pemilihan bahan baku merupakan hal yang penting dalam produksi isopropil alkohol, karena kemurnian produk yang dihasilkan dan desain pabrik tergantung dari kualitas bahan bakunya. Bahan baku yang digunakan adalah

propilen dan air. Beberapa hal yang mendasari pemilihan bahan baku tersebut adalah:

1. Bahan baku yang relatif lebih murah.
2. Bahan baku yang mudah didapat karena telah diproduksi di Indonesia.
3. Bahan baku tersedia cukup banyak sehingga kelangsungan pabrik serta kontinuitasnya dapat terjamin.

1.7.3 Pemasaran Produk

Produk isopropil alkohol ditujukan terutama untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, 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 Chemical* Indonesia yang terletak di Jakarta Utara menggunakan isopropil alkohol sebagai *solvent* dalam pembuatan cat, dan PT *Apex Pharma* Indonesia yang berlokasi di Tanggerang menggunakan isopropil alkohol sebagai bahan tambahan pembuatan obat.

1.7.4 Sarana Transportasi

Sarana transportasi yang memadai juga merupakan faktor penting dalam pemilihan lokasi pendirian pabrik karena diperlukan untuk penyediaan bahan baku, pengangkutan maupun pemasaran produk. Dari segi sarana transportasi, Kabupaten Cilacap Jawa Tengah relatif strategis karena dilengkapi dengan sarana transportasi darat yang memadai yang menghubungkan berbagai kota besar di Pulau Jawa seperti Purwokerto, Yogyakarta dan Bandung. Selain itu, lokasi pabrik juga dekat dengan pelabuhan Tanjung Intan yang berada di kabupaten Cilacap, sehingga mempermudah sistem pengiriman bahan baku dan produk maupun untuk fasilitas ekspor produk.

1.7.5 Ketersediaan Tenaga Kerja

Tenaga kerja yang dibutuhkan dapat dengan mudah diperoleh karena desa Gombolharjo merupakan kawasan pertumbuhan industri sehingga banyak tenaga kerja ahli maupun non ahli dari berbagai daerah ke Gombolharjo Jawa Tengah.

1.7.6 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 penyediaan jasa utilitas pabrik. Kebutuhan tenaga listrik dipenuhi dari PT PLN unit PLTU Cilacap yang lokasinya tidak jauh dari kawasan industri.

1.8 Pemilihan Proses

Ada beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan proses reaksi yaitu dengan cara melihat dari segi aspek ekonomi dan aspek teknis. Cara menentukan pemilihan proses dari aspek ekonomi yaitu dengan menghitung *economic potential* untuk menentukan proses reaksi yang paling masuk akal berdasarkan biaya bahan baku dan produk. Proses pembuatan isopropil alkohol ada beberapa macam berdasarkan literatur *Encyclopedia of Chemical Technology* (Trapalis dkk, 2003) yaitu proses hidrasi tidak langsung dan proses hidrasi langsung.

1.8.1 Proses Hidrasi Tidak Langsung (*Indirect Hydration*)

Proses hidrasi tidak langsung terdiri dari 2 tahap reaksi yaitu reaksi tahap 1 dan tahap 2. Hidrasi tidak langsung didasarkan pada reaksi dua langkah propilen dan asam sulfat. Pada langkah pertama, campuran sulfat ester terutama isopropil hidrogen sulfat, ini kemudian di hidrolisis membentuk alkohol dan asam sulfat.

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

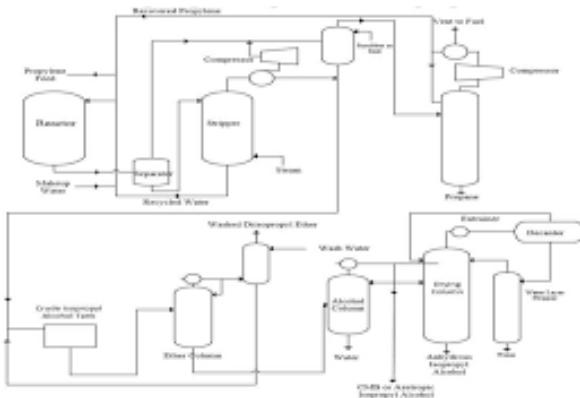


Tahap 2 : Hidrolisis isopropil hidrogen sulfat dan air membentuk isopropil alkohol dan asam sulfat



Proses reaksi ini biasanya dilakukan dengan menggunakan dua reaktor. Proses pertama, mereaksikan propilen dalam reaktor menggunakan katalis asam kuat

(konsentrasi asam >80%) pada suhu 20-30°C dan tekanan 0,7-2,8 Mpa. Proses kedua menggunakan katalis asam lemah (konsentrasi asam 60-80%) untuk hidrolisis ester sulfat pada suhu 60-65°C pada tekanan 1,013 Mpa. Konversi terhadap propilen sebesar 98% dan selektivitas isopropil alkohol 98% dengan kemurnian produk isopropil alkohol 99% (Kirk dan Othmer, 2003).



Gambar 1.6 Proses Hidrasi Tidak Langsung

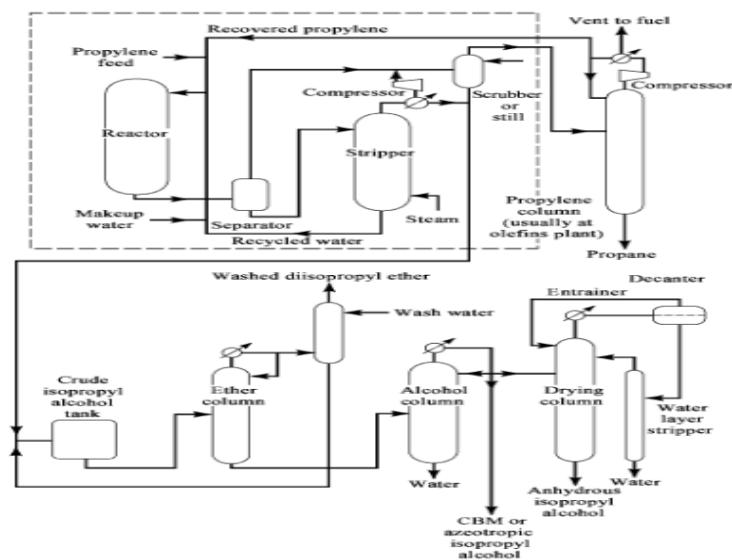
1.8.2 Proses Hidrasi Langsung (*Direct Hydration*)

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 temperature 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:

Reaksi :



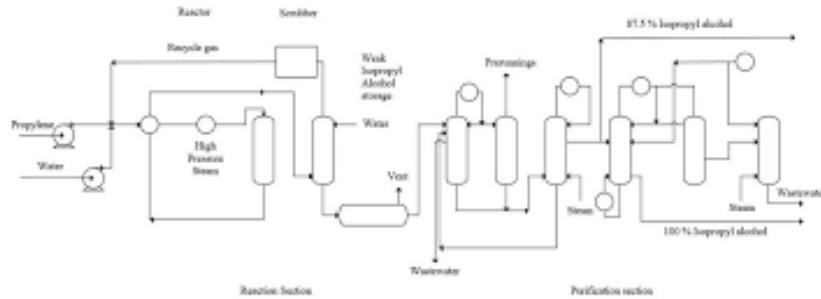
(Kirk dan Othmer, 2003)



Gambar 1.7 Proses Hidrasi Langsung

1.8.3 Proses Hidrasi Langsung Fase Gas

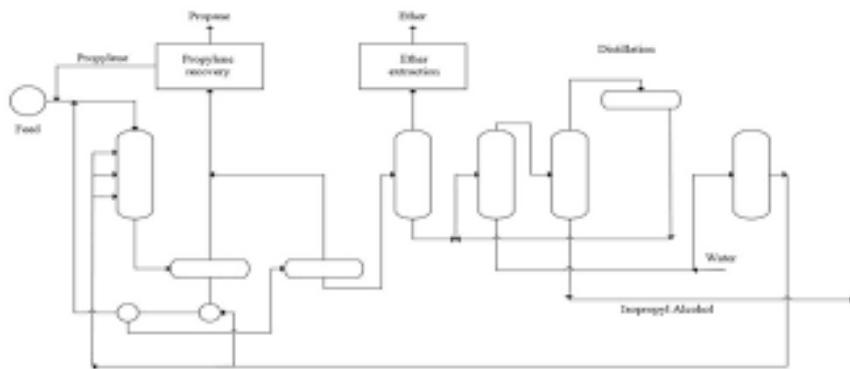
Produksi Isopropil Alkohol dengan menggunakan proses Hidrasi Katalis langsung, mulai diperkenalkan pada permulaan tahun 1951 oleh ICI. Katalis yang digunakan pada proses ini adalah $\text{WO}_3\text{-ZnO}$ sebagai zat penyokong SiO_2 . Proses terjadi pada temperatur dan tekanan yang tinggi yaitu pada $230^\circ\text{C}\text{-}290^\circ\text{C}$ dan 200-250 atm. Pada tahun yang sama juga diperkenalkan oleh "Veba-Chemie" suatu proses lain dalam memproduksi isopropil alkohol. Pada proses Veba Chemie ini propylene-air diuapkan kemudian dilewatkan pada suatu bed katalis asam yaitu H_3PO_4 dengan bahan penyokongnya adalah SiO_2 . Kondisi operasi pada reaksi ini yaitu pada temperature $240\text{-}260^\circ\text{C}$ dan tekanan 25-65 atm. Aliran gas dari reaktor kemudian didinginkan dan produk isopropil alkohol dipisahkan dengan menggunakan Scrubber. Untuk proses fase uap ini selektivitas isopropil alkohol mendekati 100 % dan jumlah propilen yang tidak bereaksi jumlahnya sangat rendah (4-5%) yang kemudian di recycle. Oleh karena menggunakan kondisi operasi pada tekanan serta temperatur yang tinggi dan adanya recycle gas ke reaktor maka pada proses ini diperlukan bahan dasar dengan kemurnian yang tinggi dengan demikian maka biaya operasinya juga tinggi.



Gambar 1.8 Proses Hidrasi Langsung Fase Gas

2. Proses Hidrasi Langsung Fase Cair-Gas

Proses ini dikembangkan oleh *Deutche-Texaco* 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 130-160°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) (Hillman dkk, 2009).



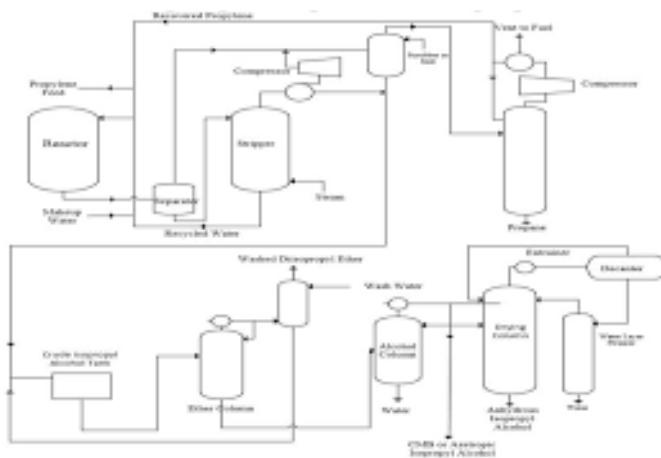
Gambar 1.9 Proses Hidrasi Langsung Fase Cair-Gas

3. Proses Hidrasi Langsung Fase Cair

Proses ini dikembangkan oleh Tokuyama Soda dengan menggunakan katalis cair asam kuat. Untuk menghindari kerugian pada proses sebelumnya yaitu fase cair-uap dan fase uap, maka pada proses ini bahanbaku propilen, air, katalis serta recycle larutan terlebih dahulu dipanaskan dan kemudian dilakukan

penekanan didalam suatu reaktor. Katalis kemudian akan dipisahkan dan kebutuhan akan katalis ini jumlahnya relative sangat kecil kondisi reaksi pada phase ini yaitu pada tekanan 10 atm serta temperature 65°C . selektivitas isopropil alkohol pada proses ini antara 80-90% mol.

Dengan menggunakan proses ini masalah utama dari perusahaan yaitu korosi dan pencemaran dapat diktekan, dan kemurnian bahan baku propilen yang digunakan adalah 95% berat.



Gambar 1.10 Proses Hidrasi Langsung Fase Cair

Untuk prancangan proses 5,55 kmol/jam propilen dengan rata-rata kapasitas dari tipe prarancangan yang sama laju aliran propilen dengan kemurnian 92%. Dengan tekanan sebesar 15 atm dengan temperature 30°C. untuk tekanan laju alir sebesar 15 atm dan temperature 30°C. Dicampurkan didalam mixer lalu dinaikkan tekanan dan temperature menggunakan pompa dan *heat exchanger* untuk dimasukkan kedalam reaktor dengan kondisi operasi 60 atm dan temperature 16°C. Kemudian air dan propilen mempunyai perbandingan massa sebesar 14:1, air dan propilen dimasukkan kedalam atas reaktor. Setelah dari reaktor dimasukkan kedalam *flash drum*, lalu komponen lainnya dimasukkan ke menara distilasi untuk didapatkan produk utama yaitu isopropil alkohol dan diisopropil ether sebagai produk samping.

Honeywell's Unisim menggunakan design ini untuk pengembangan teknologi dalam perancangan desain untuk pemantauan kinerja, pemecahan masalah, perencanaan bisnis, dan menejemen asset (*siminovich and joao, 2014*).

Desain dari Unisim sangat cocok untuk simulasi *start up* and *shut down* dari proses (Liu dkk., 2016).

1.9 Perbandingan Proses

Di dalam pemilihan proses perlu dibandingkan antara proses berdasarkan aspek teknik dan ekonomi. Berikut adalah tabel perbandingan proses antara hidrasi tidak langsung dan hidrasi langsung (fase gas, fese cair-gas, serta fase cair). Dapat dilihat dalam Tabel 1.12 Perbandingan proses isopropil alkohol.

Tabel 1.12 Perbandingan Proses Isopropil Alkohol

No	Proses Perbandingan	Hidrasi Tidak Langsung	Hidrasi Langsung		
			Fase Gas	Fase Cair-Gas	Fase Cair
1.	Kelebihan	Suhu dan tekanan operasi lebih rendah dibanding proses hidrasi langsung	Selektivitas Tinggi	Selektivitas tinggi, Kemurnian bahan baku rendah dan Konversi tinggi	Selektivitas tinggi dan Konversi tinggi
2.	Kekurangan	Masalah korosi tinggi karena memnggunaakan katalis asam kuat (H_2SO_4) dan membutuhkan penanganan khusus terhadap tekanan	Konversi rendah Membutuh kan biaya operasi yang tinggi karena menggunakan alat yang tahan terhadap tekanan yang sangat tinggi	Membutuhkan biaya operasi yang tinggi karena menggunakan alat yang tahan terhadap tekanan yang sangat tinggi	Membutuhkan Biaya operasi yang tinggi karena menggunakan alat yang tahan terhadap tekanan yang sangat tinggi

		limbah asam kuat	yang sangat tinggi.		
3.	Katalis	H ₂ SO ₄	WO ₃ dan ZnO sebagai penyokong SiO ₂	Amberlyst – 15	Resin ion exchange asam kuat H ₂ SO ₄
4.	Suhu	60-65 C	240 -260 C	130 - 160 C	65 C
5.	Tekanan	24 atm	25 – 65 atm	20-40 atm	50-100 atm
6.	Reaktor	RATB	Fixed bed	PFR Multitube	CSTR
7.	Konversi Terhadap Propilen	93%	5-6%	95%	60-70%
8.	Kemurnian Produk	95%	95%	99%	97%
9.	Selektivitas	90-95%	80-95%	85-98%	90-95%
10.	By Produk	DIPE		DIPE	

(US Patent. No. 4.456.776)

Berdasarkan perbandingan proses yang dipilih pada prarancangan pabrik pembuatan isopropil alkohol dari propilen dan air adalah proses hidrasi langsung fase cair-gas. Kelebihan proses ini, antara lain selektivitas tinggi, konversi tinggi, dan kemurnian bahan baku tinggi, beroperasi pada kondisi suhu dan tekanan tidak terlalu tinggi dan masalah korosi dan lingkungan dapat dikurangi. Deskripsi proses pembuatan isopropil alkohol dari propilen dan air dapat dilihat dalam tinjauan pustaka.

1.10 Perhitungan Ekonomi Awal

Berikut data perhitungan ekonomi awal industry metanol dapat dilihat pada tabel 1.13 berikut ini :

Tabel 1.13 Harga Bahan Baku dan Produk Proses Hidrasi Langsung

No	Bahan Baku dan Produk	Berat Molekul (g/mol)	Harga (Rp/kg)
1.	Propilen	42,06	4.800,99
2.	Air	18,01	0
3.	Isopropil Alkohol	60	20.100
4.	Katalis	<i>Amberlyst-15</i>	34.000

Untuk menghitung kebutuhan bahan baku dan produk maka harus dikonversi terlebih dahulu.

Bahan Baku :

$$\begin{aligned}
 \text{a. Propilen (C}_3\text{H}_6\text{)} &= 1 \text{ mol} \\
 &= 1 \text{ mol} \times 42,06 \text{ gr/mol} \\
 &= 42,06 \text{ gr} \\
 &= 0,04206 \text{ kg} \\
 &= 0,04206 \text{ kg} \times \text{Rp. } 4.800,99 \\
 &= \text{Rp. } 201,92/\text{kg} \\
 \text{b. Air (H}_2\text{O)} &= \text{Rp. } 0 \\
 \text{Total Bahan Baku} &= \text{Rp. } 201,92 + \text{Rp. } 0 \\
 &= \text{Rp. } 201,92/\text{kg}
 \end{aligned}$$

$$\text{Katalis (Amberlyst DT)} = \text{Rp. } 34.000$$

Produk :

$$\begin{aligned}
 \text{Isopropil Alkohol (C}_3\text{H}_7\text{OH)} &= 1 \text{ mol} \\
 &= 1 \text{ mol} \times 60 \text{ gr/mol} \\
 &= 60 \text{ gr} \\
 &= 0,06 \text{ kg} \\
 &= 0,06 \text{ kg} \times \text{Rp. } 20.100 \\
 &= \text{Rp. } 1.206 \\
 \text{Analisa Ekonomi} &= \text{Harga Produk} - \text{Harga Bahan Baku} \\
 &= \text{Rp. } 1.206 - \text{Rp. } 201,92 \\
 &= \text{Rp. } 1.004,08
 \end{aligned}$$