BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia sebagai negara yang berkembang 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 konstribusinya 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 *isopropyl alcohol*. *Isopropyl alcohol* adalah bentuk kedua dari Alkohol yang lebih sederhana.

Isopropyl alcohol untuk pertama kali diperkenalkan oleh "*Barthelot"* pada tahun 1855, dimana reaksi pembentukannya didasarkan pada reaksi *propylene* dengan asam sulfat selanjutnya senyawa tersebut di hidrolisa dengan menggunakan air dan selanjutnya senyawa akan terbentuk alkohol (Barthelot, 1855).

Pada tahun 1862 *"Friedel"* menemukan *isopropyl alcohol* dengan cara mereduksi *aceton* 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 mengidentifikasikan secara benar nama *isopropyl alcohol* (Friedel, 1862)

Isopropyl alcohol 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 *"Standart Oil Company"* di New Yersey mempatenkan produk *isopropyl alcohol* yang menggunakan bahan baku *propylene* serta pemurnian *"Bay Way"*(Melco chemical company, 1919)

Walaupun proses pembuatan isopropyl alkohol ini mengalami banyak sekali kemajuan, akan tetapi pada dasarnya masih menggunakan bahan yang sama yaitu *propylen*e dan air.

1.1.1. Latar Perkembangan Industri Kimia di Indonesia

Sampai saat ini Indonesia masih mengimport dari luar negeri guna memenuhi kebutuhan isopropyl alkohol**,** antara lain berasal dari Amerika Serikat, Jerman, Belgia serta beberapa negara di Asia.

Bahan baku utama yang digunakan didalam produksi isopropyl alkohol ini adalah gas propylene dan air. Dimana bahan tersebut sampai saat ini dapat dipenuhi oleh kilang RFCC Pertamina RU IV dan sungai sedangkan air sangat melimpah.

Mengingat kebutuhan senyawa ini dari tahun ke tahun semakin meningkat maka dengan didirikannya pabrik ini akan mengurangi ketergantungan bahan ini dari luar negeri.

Disamping itu juga akan membuka kesempatan kerja bagi masyarakat sekitar yang pada akhirnya dapat menekan angka pengangguran. Keterkaitan antara sektor industri dengan sektor ekonomi lainnya diharapkan bisa dicapai substitusi import dan pada

akhirnya mampu berorientasi ekspor dengan pemenuhan kebutuhan di dalam negeri lebih dahulu.

1.2 Kapasitas Perancangan

Dengan didirikan pabrik ini diharapkan dapat mendukung dan mendorong pertumbuhan industri-industri kimia, menciptakan lapangan kerja, mengurangi pengangguran dan memperkuat perekonomian di Indonesia.

Atas pertimbangan–pertimbangan tersebut, maka pendirian pabrik Isopropyl Alokohol ini masih dapat dilaksanakan di Indonesia.

Penentuan kapasitas perancangan pabrik berdasarkan beberapa pertimbangan, yaitu: kebutuhan isopropyl alkohol di indonesia, ketersediaan bahan baku, dan kapasitas produksi pabrik komersial yang sudah ada.

Kebutuhan isopropyl alkohol di Indonesia dipenuhi melalui impor. Jumlah isopropyl alkohol selama kurun waktu 2014 sampai 2018 dapat dilihat dalam Tabel 1.1.

Tabel 1. 1. Import Isoprophyl Alkohol di Indonesia tahun 2014 – 2018

Tahun	Volume (TON)
2014	26307.244
2015	26798.786
2016	29610.428

2017	30617.746
2018	33010.497

(Sumber BPS, 2019)

Dari data BPS pada Tabel 1.1 kemudian dibuat persamaan dengan metode regresi linier sederhana untuk memprediksi kebutuhan isopropyl alkohol di Indonesia pada tahun dibangunnya pabrik ini.

Regresi linier sederhana digunakan untuk mendapatkan hubungan matematis dalam bentuk suatu persamaan antara variabel tak bebas tunggal dengan variabel bebas tunggal. Regresi linier sederhana hanya memiliki satu peubah X yang dihubungkan dengan satu peubah tidak bebas Y. bentuk umum dari persamaan regresi linier untuk populasi adalah:

$$Y = a + bx \quad (1.1)$$

Dimana:

Y = Variabel tak bebas (prediksi)

X = Variabel bebas (tahun prediksi)

a = Parameter intersep (kemiringan line)

b = Parameter Koefisien Regresi Variabel Bebas

Menentukan koefisien persamaan a dan b dapat dengan menggunakan metode kuadrat terkecil, yaitu cara yang dipakai untuk menentukan koefisien

persamaan a dan b dari jumlah pangkat dua (kuadrat) antara titik-titik dengan garis regresi yang dicari yang terkecil. Dengan demikian dapat ditentukan:

$$a = \frac{(\Sigma Y)(\Sigma X^2) - (\Sigma X)(\Sigma XY)}{n(\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2} \qquad (1.2)$$

$$b = \frac{n(\Sigma XY) - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{n(\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2} \qquad (1.3)$$

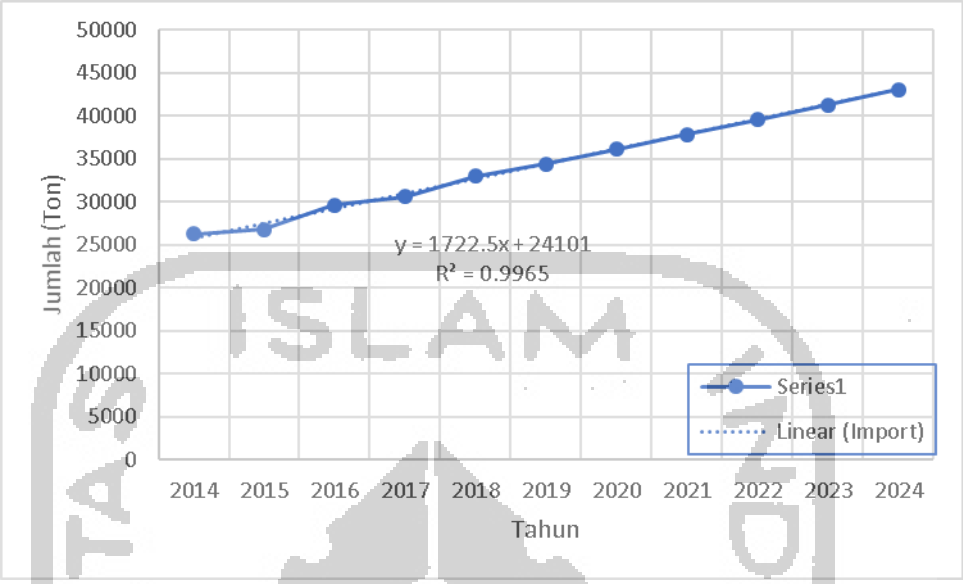
Kemudian diperoleh hasil perhitungan dengan persamaan:

Y = 1722,5x – 24101

a = 24101

b = 1722,5

Dari persamaan diatas kemudian digunakan untuk memprediksi kebutuhan *isopropyl alcohol* pada tahun 2024. Diperoleh angka kebutuhan *isopropyl alcohol* pada tahun 2024 sebesar 43.049 ton. Grafik dengan metode *regresi linier* diperlihatkan pada Gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Grafik Kebutuhan *Isopropyl Alcohol* di Indonesia

Kapasitas pabrik yang akan didirikan sebaiknya juga mempertimbangkan kapasitas produksi pabrik yang telah ada. Beberapa pabrik *isopropyl alcohol* yang telah berdiri yang diperoleh dari berbagai sumber dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1. 2. Pabrik Isopropil Alkohol di Luar Negeri

No.	Perusahaan	Negara	Kapasitas (ton/tahun)
1	*EXXON CHEMICAL CO.*	LOS ANGELES, AMERIKA	295000
2	*SHELL CHEMICAL CO.*	TEXAS, AMERIKA	273000
3	*UNION CARBIDE CORP*	TEXAS, AMERIKA	250000
4	*MITSUI TOATSU CHEMICAL INC.*	TAKAISHI, JEPANG	33000

5	*NIPPON PETROCHEMICAL CO., LTD*	KAWASAKI, JEPANG	60000
6	*TOKUYAMA SODA CO., LTD.*	TOKUYAMA, JEPAN	38000

(Sumber Logsdon and Loke, 1996)

Proyeksi kapasitas pabrik adalah dengan menggunakan metode suplai dan demand, dimana suplai terdiri dari Impor dan Produksi dalam negeri dan demand terdiri dari Ekspor dan Konsumsi dalam negeri. Selain itu kapasitas pabrik juga dapat di tentukan berdasarkan pabrik yang sudah ada, sehingga berdasarkan persyaratan tersebut pabrik *isopropyl alcohol* di dapat kapasitas 45.000 Ton/Tahun.

1.3 Tinjauan Pustaka

1.3.1. Proses Pembuatan Isopropil Alkohol

Untuk memproduksi *Isopropyl Alcohol* secara komersial dengan menggunakan proses hidrasi secara langsung, pada dasarnya terdapat tiga proses yaitu

1. Hidrasi Langsung fase uap
2. Hidrasi Langsung fase cair-uap
3. Hidrasi Langsung fase cair

Proses hidrasi langsung pembuatan *isopropyl alcohol* dilakukan dengan mereaksikan propilen dan air. Secara umum, dasar reaksi pembentukan *isopropyl alcohol* sebagai berikut :

Reaksi utama :

$C_3H_6(l) + H_2O_{(l)} \longrightarrow C_3H_7OH_{(l)}$

Reaksi samping :

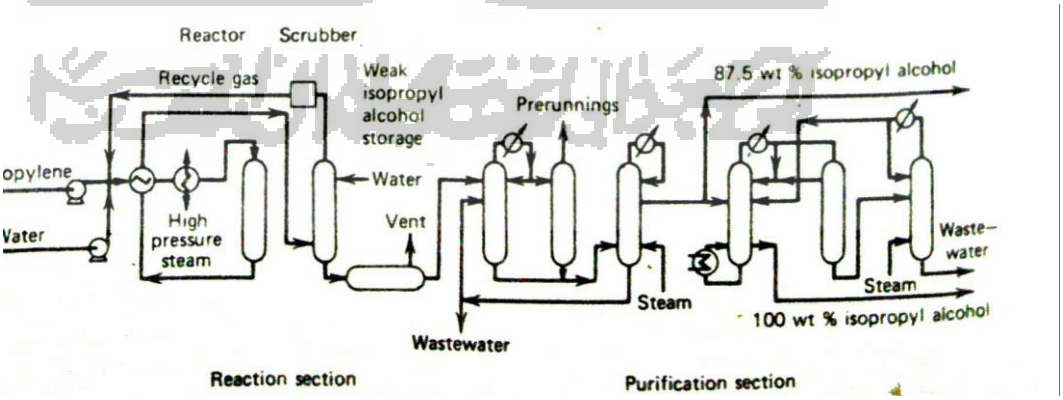
$C_3H_7OH_{(l)} \longrightarrow [(CH_3)_2CH]_2)_{(l)} + H_2O_{(l)}$ (*Longsdon and Loke, 1996*).

1.3.2. Hidrasi Langsung Fase Uap

Produksi Isopropil Alkohol dengan menggunakan proses Hidrasi Katalis langsung, mulai diperkenalkan pada permulaan tahun 1951 oleh ICI. Katalis yang digunakan pada proses ini adalah WO_3 – ZnO sebagai zat penyokong SiO_2. Proses terjadi pada temperatur dan tekanan yang tinggi yaitu pada 230^oC – 290^oC dan 200 – 250 atm. Pada tahun yang sama juga diperkenalkan oleh *"Veba – Chemie"* suatu proses lain dalam memproduksi isopropyl 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 –260 ^{o} C dan tekanan 25 – 65 atm.

Aliran gas dari reaktor kemudian didinginkan dan produk *isopropyl alcohol* dipisahkan dengan menggunakan *Scrubber*. Untuk proses fase uap ini selektivitas isopropyl alkohol mendekati 100 % dan jumlah propylene 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. 2 *Flowsheet* Uraian Proses *Veba Chemie*

1.3.3. Hidrasi Langsung Fase Cair-Uap

Untuk menghindari kerugian serta untuk menekan adanya biaya operasi yang tinggi maka oleh *"Deutsche – Texco"* dikembangkan suatu program *"Trickle – Bed"*. Di dalam proses ini air dan gas propylene dalam perbandingan molar antara 12 – 15 berbanding 1 dimasukkan dalam suatu reaktor Fixed bed lewat bagian atas yang kemudian akan mengalir sedikit demi sedikit (Trickle) ke bawah melalui Resin Ion Exchange asam sulfat yang terdapat didalam reaktor.

Reaksi yang terjadi antara phase cair dan phase gas berlangsung antara temperatur 130 – 160 ^{o} C dan tekanan 60 – 100 atm. Selektivitas isopropyl alkohol pada proses semacam ini berkisar antara 98 %. Di dalam proses fase cair ini akan di hasilkan produk samping yang berupa Diisopropyl Ether dan beberapa alkohol.

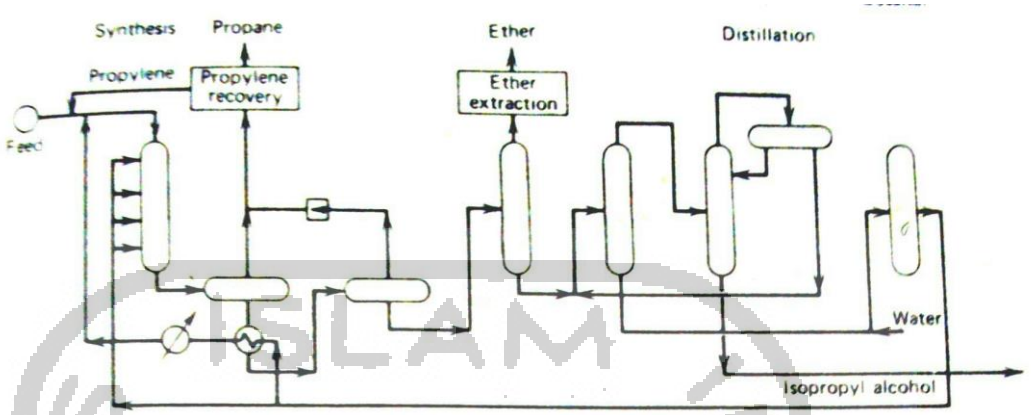


Figure 3. Deutsche Texaco's AG direct hydration process for the manufacture of isopropyl alcohol. Courtesy of Gulf Publishing Company (65).

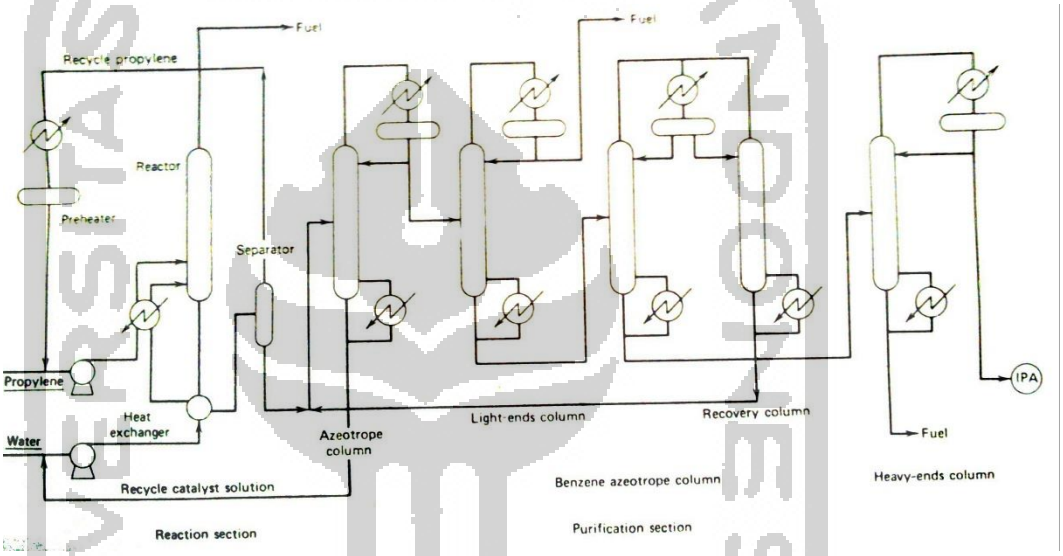
Gambar 1. 3 *Flowsheet* Uraian Proses *Deutsce-Texco*

1.3.4. Hidrasi Langsung Fase Cair

Proses Hidrasi dalam Phase cair dikembangkan oleh *Takuyama – soda* dengan menggunakan katalis cair asam kuat. Untuk menghindari kerugian pada proses sebelumnya yaitu fase cair – uap dan fase uap, maka pada proses ini bahan baku propylene, 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 pad tekanan 200 atm serta temperatur 270^{o}C. Selektifitas isopropyl alkohol pada proses ini antara 80 – 99 % mol.

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

cam



Gambar 1. 4 *Flowsheet* Uraian Proses *Tokuyama-Soda*

Untuk perancangan proses 600 kmol/jam propilen dengan rata rata kapasitas dari tipe perancangan yang sama laju aliran propilen dengan kemurnian 92%. Dengan tekanan sebesar 15 atm dengan temperature 30^{o}C. Untuk tekanan laju alir air sebesar 15 atm dan temperature 30^{o}C. Dicampurkan didalam mixer lalu di naikkan tekanan dan *temperature* menggunakan pompa dan *heat-exchanger* untuk dimasukkan kedalam reaktor dengan kondisi operasi 60 atm dan

temperature 160^{o}C. Kemudian air dan propilen mempunyai perbandingan massa sebesar 14:1, air dan propilen di masukkan kedalam atas reaktor. Setelah dari reaktor dimasukkan ke dalam *flash drum*, lalu komponen lainnya dimasukkan ke menara distilasi untuk didapatkan produk utama yaitu *isopropyl alcohol* dan *diisopropyl 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 aset (*Siminovich and joao, 2014).* Desain dari Unisim sangan cocok untuk simulasi *start up* dan *shut down* dari proses (*Ranade et al, 2012*).

Berdasarkan pertimbangan diatas maka didalam perencanaan pabrik ini dipilih proses Hidrasi Langsung pada fase cair dengan kondisi operasi 160^{o}C dan tekanan 60 atm yang mana pada kondisi operasi tersebut didapatkan pada kondisi fase uap-cair dengan katalis resin ion H_2SO_4. Karena pada kondisi operasi dengan *temperature* 160^{o}C dan tekanan 60 atm kedua bahan baku tersebut jika dicampurkan terlebih dahulu dan dimasukkan ke dalam reaktor, maka kedua bahan

baku tersebut berbentuk cair dan reaksi yang terjadi didalam reaktor berlangsung cepat. Pada proses ini selain beroperasi pada kondisi yang medium, persyaratan bahan baku juga tidak terlalu tinggi walaupun Yield relative kecil bila dibandingkan dengan kedua proses (fase) yang lain.

Tabel 1. 3. Perbandingan fase uap, cair dan uap-cair dalam proses hidrasi langsung.

	FASE UAP	**FASE CAIR-UAP**	**FASE CAIR**
Katalis	WO_3 dan ZnO sebagai penyokong SiO_2	Resin *ion exchange* asam kuat H_2SO_4	Resin *ion exchange* asam kuat
Kondisi operasi			
- Suhu	240-260 ^{0}C	130-160 ^{0}C	160-270 ^{0}C
- Tekanan	25-65 atm	60-100 atm	60-200 atm
- Selektivitas	100%	98%	80-99%

(US Patent. No. 4.456.776)

Berdasarkan perbandingan proses pada table 1.3, maka proses yang dipilih dalam pembuatan *Isopropyl Alcohol* adalah proses hidrasi langsung dalam fase cair. Dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Harga katalis lebih murah yaitu dengan harga 28000/liter.

2. Korosi dapat ditekan.

3. Suhu dan tekanan tidak terlalu tinggi.