

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi disertai dengan sektor industri menuntut semua negara ke arah industrialisasi. Sampai saat ini pembangunan industri di Indonesia terus mengalami peningkatan terutama pembangunan industri kimia. Akan tetapi, Indonesia masih banyak mengimpor bahan baku dan produk industri kimia dari luar negeri.

Sebagai salah satu contoh yaitu Propilena oksida yang berfungsi penting sebagai bahan baku maupun bahan penunjang proses industri. Ketergantungan impor yang lebih besar dari ekspor menyebabkan devisa negara berkurang, sehingga perlu usaha penanggulangan. Salah satu caranya yaitu dengan pendirian pabrik propilena oksida.

Propilena oksida (*Methyloxirane, 1,2-epoxypropane*) merupakan senyawa organik kimia yang utama sebagai reaksi *intermediet* untuk memproduksi *polyether polyols, propene glycol, alkalonamines, glycol ethers*, dan beberapa produk lain yang serupa (*glycol*). Berdasarkan kegunaanya yang sangat dibutuhkan dalam industri kimia, maka kebutuhan propilena oksida dari tahun ke tahun akan mengalami kenaikan, dimana untuk saat ini kebutuhan propilen oksida diimpor dari negara-negara maju seperti jepang, Amerika serikat, Korea, Belgia, Inggris, Australia, dan Jerman (Kirk Orthmer,1996).

Dengan didirikannya pabrik propilena oksida diharapkan dapat membantu terpenuhinya kebutuhan propilena oksida didalam negeri serta dapat menambah peranan indonesia dalam industri kimia. Selain itu dengan didirikannya pabrik propilena oksida di indonesia dapat membuka lapangan pekerjaan baru dan dapat memacu berdirinya pabrik-pabrik lainnya terutama pabrik kimia yang memproduksi propilena oksida.



1.2. Kapasitas Perancangan

Kapasitas produksi dapat juga dikatakan sebagai kapasitas atau jumlah maksimum output yang dapat diproduksi dalam satuan waktu tertentu. Setiap pabrik akan berusaha untuk mendapatkan kapasitas produksi optimum yaitu jumlah dan jenis produk yang dihasilkan harus dapat menghasilkan laba yang maksimum dengan biaya minimum. Kapasitas produksi yang direncanakan sebesar 50.000 ton/tahun, dengan beberapa pertimbangan, yaitu:

1.2.1. Kebutuhan Propilena di Indonesia

Untuk memenuhi kebutuhan propilena oksida di Indonesia selama ini masih mengimpor dari berbagai negara seperti Cina, Shanghai Gao Qigo, Dan Texas. Data impor propilen oksida dapat dilihat pada Tabel 1.1

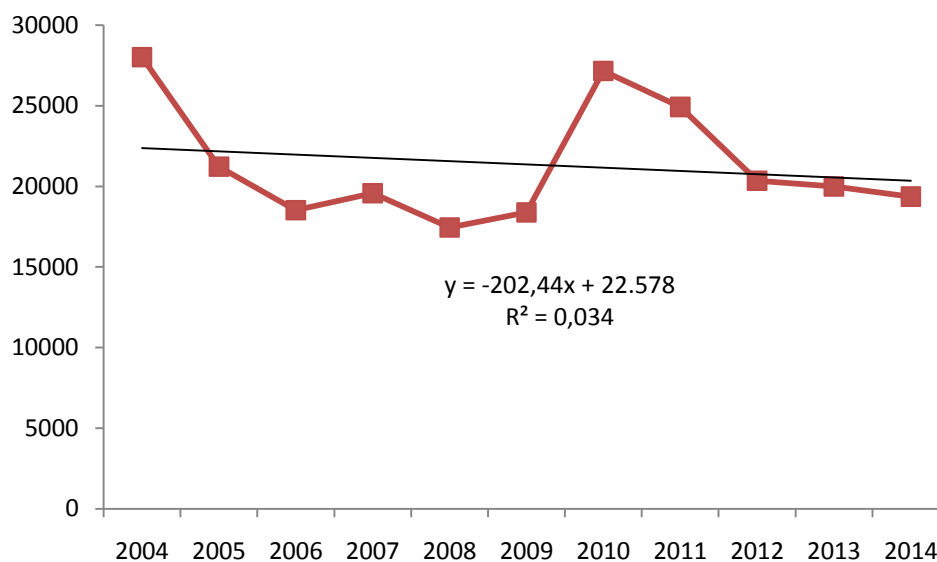
Tabel 1.1. Data impor propilen oksida di Indonesia

No	Tahun	Kapasitas (ton/tahun)
1	2004	28.013
2	2005	21.223
3	2006	18.530
4	2007	19.578
5	2008	17.458
6	2009	18.390
7	2010	27.161
8	2011	24.928
9	2012	20.357
10	2013	19.990
11	2014	19.369

(Badan Pusat Statistika, 2014)



Dari data impor Tabel 1.1 di atas, kemudian dilakukan regresi linier untuk memperkirakan impor Propilena oksida pada tahun 2015 di Indonesia. Data impor dan persamaan hasil regresi linier ditunjukkan dalam Gambar 1.1.



Gambar 1.1. Data Impor Propilena oksida di Indonesia

Dari pendekatan regresi linier pada Gambar 1.1, maka diperoleh persamaan $y = -202,4x + 22578$ dengan :

y = Kapasitas impor propilena oksida

x = Tahun

Jadi pada tahun 2019 diperkirakan indonesia membutuhkan propilena oksida sebesar 21.566 ton/tahun.

1.2.2. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku utama pembuatan propilena oksida yaitu propilena dan Isobutana didatangkan dari PT Chandra Asri Cilegon, sedangkan oksigen didapat dari udara.

1.2.3. Kapasitas Minimal

Data Kapasitas minimal pabrik penghasil propilena oksida yang telah beroperasi di dunia dapat dilihat pada Tabel 1.2

Tabel 1.2. Data produksi propilena oksida di dunia

Pabrik	Negara	kapasitas (ton/tahun)
Dow chem	Thailand	300.000
Shell/BASF	Amerika	900.000
Sumitomo	Jepang	380.000
Nihon oxirane		
Shanghai Gao Qigo	Shanghai, Cina	20.000

Dari data pada Tabel 1.2 dapat diketahui bahwa kapasitas minimal pabrik yang sudah berdiri yaitu 20.000 ton/tahun. Sedangkan kebutuhan propilena oksida di Indonesia pada tahun 2019 sebesar 21.566 ton/tahun.

Berdasarkan ketiga pertimbangan di atas, maka dipilih kapasitas perancangan pabrik pada tahun 2019 sebesar 50.000 ton/tahun. Kapasitas tersebut dipilih dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri sebanyak 21.566 ton/tahun dan dapat diekspor luar negeri.

1.3. Pemilihan lokasi pabrik

Letak geografis suatu pabrik sangat berpengaruh terhadap kelangsungan pabrik tersebut. Untuk mendirikan suatu pabrik yang bernilai ekonomis dan berkualitas tentu harus dilakukan *survey* terlebih dahulu untuk mempertimbangkan faktor-faktor penunjang lain dalam pemilihan lokasi. Pendirian pabrik propilena oksida direncanakan di daerah Cilegon, Banten dengan pertimbangan sebagai berikut :



1. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku propilena dan Isobutana didatangkan dari PT Chandra Asri Cilegon.

2. Daerah Pemasaran

Orientasi propilena oksida adalah untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan ekspor. Daerah Jawa Barat merupakan daerah yang strategis untuk pendirian pabrik karena dekat dengan Jakarta sebagai pusat perdagangan Indonesia.

3. Sarana Transportasi

Sarana dan Prasarana transportasi sangat diperlukan untuk proses penyediaan bahan baku dan pemasaran produk. Dengan adanya fasilitas jalan raya, rel kereta api, dan pelabuhan laut yang memadai, maka pemilihan lokasi di Cilegon Banten sangat tepat.

4. Penyediaan Utilitas

Utilitas yang dibutuhkan seperti kebutuhan tenaga listrik, air dan bahan bakar dapat terpenuhi karena lokasi pabrik terletak di kawasan industri Cilegon, Banten. Untuk tenaga listrik diperoleh dari PLN dan generator sebagai cadangan. Untuk kebutuhan air dapat diperoleh dari air sungai dan air tanah.

5. Tenaga Kerja

Cilegon merupakan daerah yang berpenduduk tinggi, sehingga untuk kebutuhan tenaga kerja dapat terpenuhi baik tenaga kerja kasar maupun ahli.

6. Perluasan areal pabrik

Cilegon memiliki kemungkinan untuk perluasan pabrik karena masih mempunyai areal yang cukup luas. Hal itu perlu diperhatikan karena dengan semakin meningkatnya permintaan produk akan menuntut adanya perluasan pabrik.

7. Kebijakan Pemerintah

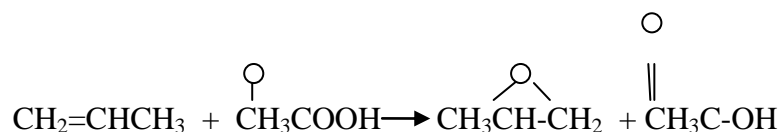
Dalam hal ini, pendirian pabrik juga perlu memperhatikan beberapa faktor kepentingannya yang terkait didalamnya, kebijaksanaan pengembangan industri, dan hubungannya dengan pemerataan kesempatan kerja, kesejahteraan, dan hasil-hasil pembangunan. Disamping itu, pabrik yang didirikan juga berwawasan lingkungan, artinya keberadaan produk tersebut tidak boleh mengganggu atau merusak lingkungan sekitarnya.

1.4. Tinjauan Pustaka

Secara umum pembuatan propilena oksida terdiri dari beberapa proses yaitu

1. Proses Asam Parasetik (*Paracetic Acid*)

Proses ini dikembangkan oleh Japanese Daicel Ltd. Asetaldehid, etilasetat, katalis logam dan udara dalam *gas sparged reactor* menghasilkan asam parasetat. Hasil dipisahkan menjadi sekitar 30% dan diumpankan ke reaktor epoksidasi :



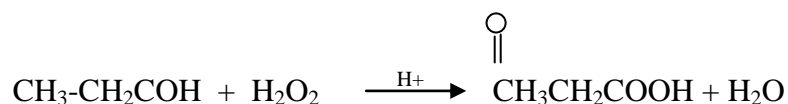
Propilena oksida dan asam oksida terbentuk dalam *gas sparger Gray-Reactor*. Propilena, asam asetat dan etil asetat dipisahkan dengan distilasi.

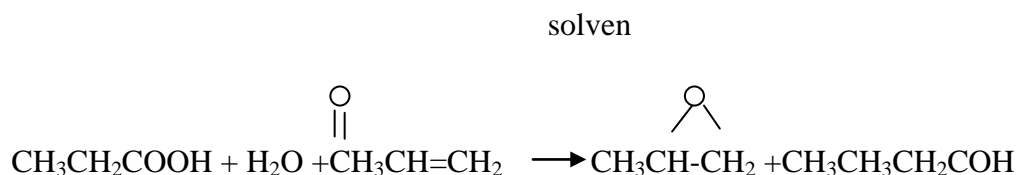
2. Proses Hidrogen Peroksida

Reaksi oksidasi propilena menjadi propilena oksida dengan hidrogen peroksida adalah sebagai berikut :



Bayer dan Degussa mengembangkan proses propilena oksida dengan bahan baku pembantu hidroperoksida dan propionik. Reaksi pembentukan Paracid (*Peroxypropionic*) diikuti epoksidasi propilen :

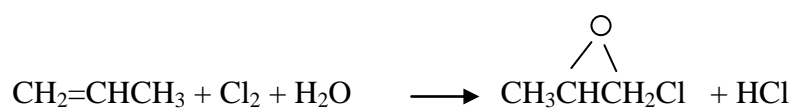




Oksidasi asam propionat dilakukan dalam satuan solven dengan katalis asam diikuti dengan pemekatan paracid dari epoksidasi propilena dalam reaktor. Propilena oksida dan hasil samping dipisahkan dengan distilasi, sedangkan asam diumpankan ke tahap pertama. Propilena oksida yang dihasilkan dari proses ini sekitar 80%.

3. Proses Klorohidrin

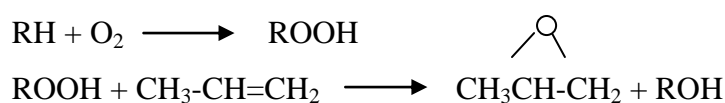
Proses ini merupakan proses pembuatan propilena oksida dimana tahap-tahap prosesnya adalah klorohidrasi propilena dengan klorohidrin dengan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ reaksinya adalah :



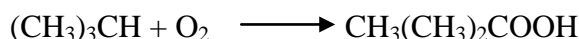
Propilena, klorin dan air dialirkan ke klorohidrasi tower dasar dengan jumlah air yang berlebihan. Keluaran menara merupakan larutan propilena klorohidrin. Temperatur reaksi klorohidrin sekitar 40-50°C dengan menggunakan tekanan atmosferik atau sedikit di atasnya. Hasil yang diperoleh dari propilena klorohidrin adalah 80-90% dan terbentuk propilena oksida. Larutan propilena diepoksidasi dalam reaktor lime milk menjadi propilena oksida. Keluar reaktor, propilena oksida dimurnikan dengan menggunakan distilasi.

4. Proses Hydroperoxide

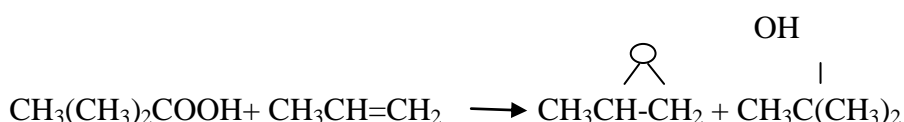
Proses ini dikembangkan oleh Halcon Internasional dan *Atlantic Richfield Corporation* prosesnya adalah sebagai berikut :



Dewasa ini etilbenzena dan isobutana telah digunakan pada industri sebagai bahan pembantu. Isobutana teroksidasi menjadi butil hidroperoksida tersier



Sedikit butilalkohol tersier juga terbentuk. Tahap berikutnya adalah epoksidasi propilena dengan adanya katalis logam



Reaksi berlangsung pada fase cair dengan tekanan 1480-3550 KPa (215-515 Psi) dan suhu (100-130°C) dengan waktu tinggal sekitar 2 jam serta konversi terhadap tertbutil hidroperoksida (TBHP) mencapai 100%.

(Kirk Ortmer, 1996)

1.4.1. Kegunaan Produk

Kegunaan utama dari propilen oksida diantaranya :

- Pembuatan *Flexiblefoam*, Propilena glycol dan sisanya untuk pembuatan polipropilena glikol.
- Digunakan sebagai pemurnian campuran komponen silicon organik.
- Desinfektan, minyak mentah, sterilisasi alat kedokteran.

1.4.3. Sifat-sifat Bahan baku dan Produk

1.4.3.1. Bahan Baku

I. Isobutana

a) Sifat Fisika

1. Isobutana

Rumus kimia		: iC ₄ H ₁₀
Berat molekul	(kg/kgmol)	: 58,123
Titik didih	(1 atm), °C	: -11,57°C
Titik Beku	(1 atm), °C	: -159,46°C



Suhu kritis	(1 atm), °C	: 135,14°C	(yaws,1999)
Tekanan kritis	(atm)	: 36 atm	
Kenampakan		: Gas	
Kemurnian		: 99,9%	
Density, Kg/m ³		: 2,528 Kg/m ³	

b) Sifat kimia :

Penambahan isobutana untuk variasi C3-C4, alkana digunakan untuk produksi gasoline berkualitas tinggi.

2. Propilena

a) Sifat Fisika

Rumus molekul		: C ₃ H ₈	
Berat Molekul		: 42 g/mol	
Kenampakan		: gas	(yaws,1999)
Titik didih	(1 atm), °C	: -45,57°C	
Tekanan kritis	(atm)	: 45,5 atm	
Suhu Kritis	(°C)	: 92°C	

b) Sifat kimia : (Kirk Ortmer, 1996)

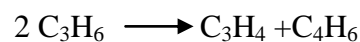
a. Hidrasi

Propilena dengan adanya katalis H₂SO₄ akan bereaksi membentuk *isopropyl alkohol*, Reaksi ;



b. Diisoproporsinasi

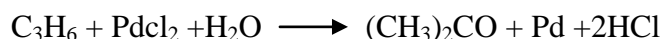
Diisopropornasi propilena pada suhu 450°C dan tekanan 17 atm akan menghasilkan etilen dan butilen. Reaksi dengan katalis tungsten



c. Oksidasi Katalitik

Oksidasi katalitik propilena dengan adanya katalis Pdcl₂ menghasilkan aseton, reaksi:





d. Amoksidasi

Propilena bereaksi dengan amonia dan udara pada temperatur 300-450°C tekanan 5-30 Psig dengan katalis *Bismuth phosphor molybdate on silica gel*.

e. Propilena beraksi dengan *tert-butyl hydroperoxide* dengan bantuan katalis MoO_3 membentuk propylene oxide dan hasil samping *tert-butyl alcohol*.

3. Udara

a. Sifat fisika

Berat molekul	: 32	
Rumus kimia	: O_2	
Titik didih (1 atm), °C	: -182,83	
Titik beku (1 atm), °C	: -218,7	(Yaws,1996)
Temperatur kritis (1 atm), °C	: 118,5	
Tekanan kritis, atm	: 49,74	
Kenampakan (suhu kamar)	: Gas	

b. Sifat kimia :

Oksigen bereaksi dengan semua element kecuali dengan api, dan gas seperti Helium, Neon dan Argon. Reaktan harus dipanaskan terlebih dahulu sebelum direaksikan. Pada akhir reaksi akan ada pelepasan energi dari kedua reaktan untuk mengaktifkan energi dari kedua reaktan tersebut. Oksigen selalu digabungkan dengan element kimia lain. Banyak element kimia yang dikombinasikan dengan oksigen, seperti elektronegative dimana lebih dari satu ratio karena variasi dari valensi yang diperlihatkan dari element yang lain, atau bisa juga disebabkan karena strukrur molekulnya.

(orthmer, 1996)



4. *Tert-butyl Hydroperoxide*

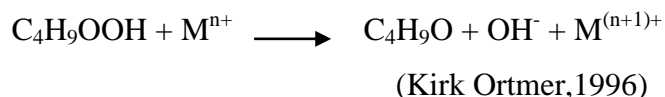
a. Sifat fisika

Rumus kimia	: C ₄ H ₁₀ O ₂	
Berat molekul	: 90	
Titik didih (1 atm), °C	: 89	
Titik beku (1 atm), °C	: 4,45	(Yaws,1996)
Temperatur kritis (1 atm), °C	: 303	
Tekanan kritis, atm	: 43,40	
Kenampakan(suhu kamar)	: Cairan tidak berwarna	

b. Sifat Kimia

a. TBHP bila direaksikan dengan katalis *molybdenum-complex* dapat menghasilkan propilena oksida dan menghasilkan hasil samping berupa *tert-butyl alcohol* yang biasa digunakan untuk membuat *metyl tert-butyl ether* dan gasoline.

b. TBHP dapat terdekomposisi oleh ion logam multivalen seperti :
Cu, Co, Fe, V, Mn, Sn, dan Pb. Reaksinya adalah :



1.4.3.2. Produk

1.4.3.2.1. Propilena oksida

Propilena oksida (*1-2-epoxyprane, Methyloxirane*) merupakan cairan tidak berwarna yang mempunyai titik didih 34,2°C. Propilena oksida adalah senyawa organik yang sangat penting dan terutama digunakan sebagai intermediete untuk pembuatan *polyether polyols, propylene glycol, alkanolamines, dan glycol ether*.

a. Sifat fisika

Rumus kimia	: C ₃ H ₆ O
Berat molekul	: 58

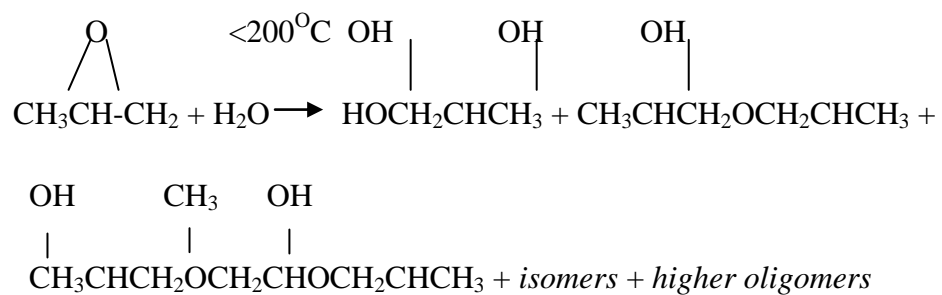


Titik didih (1atm), °C	: 34,05 °C	
Titik Beku (1atm), °C	: -111,78°C	(Yaws,1996)
Temperatur kritis (1atm), °C	: 209,25°C	
Tekanan kritis, atm	: 49,24 atm	
Densitas (kg/m ³)	: 829	

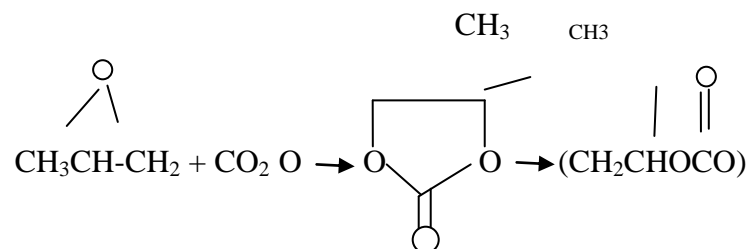
b. Sifat kimia

1. Propilena oksida mengalami polimerisasi menjadi *polyether polyols*

Reaksi dengan air menghasilkan propylene glycol



2. Propilena oksida bereaksi dengan karbon dioksida dan karbon disulfid propilena oksida dan karbon dioksida direaksikan dengan *tertiary amine*, *quarternary ammonium halides*, atau kalsium atau magnesium halida (katalis) untuk menghasilkan *propylene carbonate*. Reaksi :



(Kirk Ortmer, Vol 20, P: 273-275)

1.4.3.2.2. Tert-Butyl Alcohol

a) Sifat Fisika :

Rumus kimia	: $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$
Berat molekul (g/mol)	: 74,12
Titik didih (1 atm),	: 83 °C
Titik Leleh (1 atm),	: 25,7°C
Kenampakan (suhu kamar)	: Cairan berwarna
Tekanan uap (20°C)	: 4,1 Kpa
Kelarutan	: Larut dalam air dingin, air panas, dapat dicampur dengan ester, <i>alcohol</i> , eter dan <i>aliphatic</i> hidrokarbon

b) Sifat Kimia :

- TBA dapat bereaksi dengan logam natrium akan membentuk natrium oksida.
- TBA didehidrasi akan membentuk *isobutylene*.

1.4.3.3. Bahan Pembantu

1.4.3.3.1. Molybdenum Trioxide

a. Sifat fisika

Berat molekul	: 144
Boiling Point	: 1152,55°C
Kenampakan	: Kristal Orthorhombic
Density (g/cm ³), 21°C	: 4,692
$\Delta H^{\circ}f$, Kj/mol	: -745,2
$\Delta G^{\circ}f$, Kj/Mol	: -667,9
Ukuran Partikel	: <150 μm

b. Sifat kimia

- Molybdenum trioxide* larut dalam ammonia, larutan alkali, dan oksida asam.
- Molybdenum trioxide* bereaksi dengan β -diketons (*e.g. acetylacetone*) menjadi MoO_2 ($\text{CH}_3\text{COCHCOCH}_3$)₂



yang biasa digunakan untuk membuat molybdenum (VI) kompleks.

- c. Reaksi antara *Molybdenum trioxide* dengan metal oxide lain biasa digunakan sebagai katalis heterogen.

(Ullmann's Encyclopedia, vol 4 1998)

