

NASKAH PUBLIKASI
PRARANCANGAN PABRIK PROPILENA OKSIDA
DENGAN PROSES *HYDROPEROXIDE*
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN



Disusun sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Kesarjanaan Strata 1 Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Oleh :

Diah Ayu Karnilawati

D 500 110 012

Dosen Pembimbing :

- 1. Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D.**
- 2. Eni Budiwati, S.T., M.Eng**

JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
SURAKARTA

2016

HALAMAN PENGESAHAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

NAMA : Diah Ayu Karnilawati
NIM : D 500 110 012
JUDUL TPP : Prarancangan Pabrik Propilena Oksida dengan Proses
Hyroperoxide Kapasitas 50.000 Ton/Tahun.
DOSEN PEMBIMBING : 1. Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D.
2. Eni Budiyati, S.T., M.Eng.

Surakarta, 5 Februari 2016

Menyetujui Naskah Publikasi,

Dosen Pembimbing



Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D.
NIK.664

INTISARI

Propilena oksida dibuat dengan cara oksidasi isobutana dengan oksigen didalam reaktor gelembung yang bekerja secara kontinyu, *irreversible*, eksotermis, *non adiabatic* dan *isothermal* pada kondisi operasi 120°C dan tekanan 13,9 atm. Reaksi tersebut menghasilkan Tert-butyl hidroperoxide (TBHP) yang kemudian direaksikan dengan propilena didalam reaktor batch semi kontinyu dan ditambahkan MoO₃ sebagai katalis pada kondisi operasi 110°C dan tekanan 5,53 atm.

Pabrik propilena oksida ini dirancang dengan kapasitas 50.000 ton/tahun. Bahan baku isobutana yang dibutuhkan sebanyak 42.927,66163 kg per jam, kebutuhan udara 80.045,2863 dan kebutuhan propilena sebanyak 4.894,0156 kg per jam. Lokasi pabrik direncanakan di Cilegon, Banten. Pemilihan lokasi tersebut didasari pertimbangan penyediaan bahan baku, pemasaran. Unit pendukung proses meliputi penyediaan air sebesar 63.089,279 kg per jam yang diperoleh dari air sungai, penyediaan *saturated steam* sebesar 3.845,83 kg per jam kebutuhan udara tekan sebesar 150 m³ per jam, kebutuhan listrik diperoleh dari PLN dan dua buah *generator set* sebesar 1.500 kW sebagai cadangan, bahan bakar sebanyak 1.066,2833 liter per jam.

Bentuk perusahaan yang dipilih adalah Perseroan terbatas (PT). Sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian jam kerja yang terdiri dari karyawan shift dan non-shift. Jumlah kebutuhan tenaga kerja adalah 120 orang. Modal tetap pabrik sebesar Rp 356.930.213.922,21 dan modal kerja sebesar Rp 355.816.739.375,60. Dari analisis ekonomi terhadap pabrik ini menunjukkan keuntungan sebelum pajak Rp 175.233.618.062,27 per tahun setelah dipotong pajak 30 % keuntungan mencapai Rp 52.570.085.418,68 per tahun. *Percent Return on investment* (ROI) sebelum pajak 49,09% dan setelah pajak 33,47 %. *Pay out time* (POT) sebelum pajak selama 1,69 tahun dan setelah pajak 2,25 tahun. *Break even point* (BEP) sebesar 42,50 %, *Shut down point* (SDP) sebesar 28,50 % *Discounted cash flow* (DCF) terhitung sebesar 49%. Dari data analisis kelayakan di atas disimpulkan, bahwa pabrik ini menguntungkan dan layak untuk didirikan.

Kata kunci : Propilena oksida, oksidasi, reaktor gelembung

ABSTRACT

Propylene oxide is made by way of isobutanol oxidation with oxygen in the reactor bubbles that work is continuous, irreversible, exothermic, non-adiabatic and isothermal operating conditions of 120 ° C and a pressure of 13,9 atm. These reactions yield Tert-butyl hydroperoxide (TBHP) which is then reacted with propylene in the reactor batch and semi Contiyu MoO₃ added as a catalyst at the operating conditions of 110 ° C and a pressure of 5,53 atm.

Propylene oxide mill is designed with a capacity of 50.000 tons / year. Isobutane feedstock is needed as much as 42.927,66163 kg per hour, the air requirements and needs propylene 80.045,2863 4894.0156 kg per jam. Lokasi as planned factory in Cilegon, Banten. The choice of location is based on consideration of the supply of raw materials, marketing. Process support unit includes the supply of water by 63089.279 kg per hour obtained from river water, the provision of 3845.83 kg of saturated steam per hour compressed air requirement of 150 m³ per hour, the demand for electricity is obtained from the PLN and two generator sets of 1.500 kW in reserve, as 1.066,2833 liters of fuel per hour.

The form of the selected company is the limited liability company (PT). Systems based on the division of employees working hours of employees shift and non-shift. Total labor requirement is 120 people. The fixed capital of Rp.356.930.213.922,21 plant and working capital of Rp.355.816.739.375,60. From the economic analysis of this plants how a profit before tax of Rp.175.233.618.062,27 per year after taxes 30% profit reached Rp52,570,085,418.68 per year. Percent Return on investment (ROI) before tax after tax 49,09% and 33,47%. Pay out time (POT) before tax for they ear of 1,69 and 2,25 years after tax. Break Even Point (BEP) of 42,50%, Shut down point (SDP) amounted to 28,50% Discounted cash flow (DCF) accounted for 49%. From the data above feasibility analysis concluded that the plant is profitable and feasible to set.

Keywords: Propylene Oxide, Oxidation, Bubble Reactor

PENDAHULUAN

I.I. 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, alkolonamines, glycol ethers*, dan beberapa produk lain yang serupa (*glycol*). Berdasarkan kegunaannya yang sangat dibutuhkan dalam industri kimia, maka kebutuhan propilena oksida dari tahun ke tahun akan mengalami kenaikan, dimana untuk saat ini kebutuhan propilena 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.

I.2. Kapasitas perancangan

Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan pusat statistika (2015) mengenai impor propilena oksida di Indonesia pada tahun 2004-2014 adalah sebagai berikut :

Tabel 1.1. Data impor propilena oksida

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

Tabel 1.2. Data pabrik 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

Dengan didirikannya pabrik propilena oksida dengan kapasitas 50.000 ton/tahun diharapkan dapat mengurangi impor propilena oksida.

I.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. Lokasi pendirian propilena oksida direncanakan di daerah Cilegon, Banten dengan beberapa pertimbangan, diantaranya : Bahan baku, daerah pemasaran, sarana transportasi, penyedia utilitas, tenaga kerja.

II. Tinjauan pustaka

2.I. Macam-macam proses

Secara umum pembuatan propilena oksida terdiri dari beberapa proses, antara lain (Kirk & othmer, 1996) :

1. Proses asam paretik dengan katalis logam dan udara.
2. Reaksi oksidasi propilena menjadi propilena oksida dengan hidrogen peroksida.
3. Proses hydroperoxide dimana isobutana direaksikan dengan oksigen menghasilkan propilena oksida.

Dari ketiga proses diatas, dipilih proses hydroperoxide

karena yield yang dihasilkan mencapai 100%.

2.2. Kegunaan produk

1. Pembuatan flexiblefoam, propilena glycol dan sidanya untuk pembuatan polipopilena glikol.
2. Digunakan sebagai pemurnian campuran komponen silicon organik.
3. Desinfektan,minyak mentah, dan sterilisasi alat kedokteran.

1.3. Tinjauan kinetika

Ada dua konstanta kecepatan reaksi pada pembentukan propilena oksida yaitu :

- Persamaan konstanta kecepatan reaksi pembentukan TBHP

$$k_{TBHP} = 1.06 \times 10^{13} \exp^{(-83.74 / RT)} \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

(Maik nauka,1960)

- Persamaan konstanta reaksi pembentukan propilena oksida

$$k_{PO} = 3.7 \times 10^8 \exp^{-9}$$

(Journal off chemistry,1968)

Pada reaksi oksidasi isobutana dengan oksigen menghasilkan TBHP berlangsung pada temperatur 95-150°C dan tekanan 2075-5535 Kpa menghasilkan konversi isobutana 20-30% dan selektifitas untuk TBHP 60-80%, TBA 20-40% dengan waktu 2-3 jam. Sedangkan reaksi epoksidasi propilena dan TBHP dengan katalis MoO₃ menghasilkan propilena oksida berlangsung pada fase cair dengan tekanan 1480-3500 Kpa dan suhu 100-130°C dengan waktu tinggal 2 jam serta konversi terhadap TBHP mencapai 100%.

III. Deskripsi Proses

Ada 3 langkah proses pembuatan propilena oksida yaitu :

1. Penyiapan bahan baku.

Isobutana disimpan pada tangki penyimpanan (T-01) pada tekanan 30 atm dan suhu 31°C. Sebelum diumpankan ke reaktor gelembung (R-01) cairan isobutana dinaikkan suhunya dengan heater (HE-01) sampai suhu 120°C. Udara dengan tekanan 1 atm dan suhu 120°C dimasukkan kedalam reaktor gelembung (R-01) menggunakan kompresor (K-01) sampai tekanan 13,9 atm. Propilena pada tekanan 31 atm dan suhu 30°C di expander untuk menurunkan tekanan menjadi 5,53 atm dan dinaikkan suhunya menjadi 110°C menggunakan heater (HE-04). Sedangkan untuk MoO₃ dimasukkan kedalam reaktor batch menggunakan belt conveyor

2. Proses pembentukan

Proses pembentukan TBHP terjadi dalam reaktor gelembung (R-01). Reaksi terjadi dalam fase cair dimana isobutana diumpankan ke dalam reaktor sedangkan udara diumpankan melalui reaktor bagian bawah. Reaksi berjalan dalam fase cair pada tekanan 13,9 atm dan suhu 120°C. Reaksi berlangsung secara eksotermis dan dilengkapi dengan koil pendingin. Sedangkan proses

pembentukan propilena oksida berlangsung dalam reaktor batch berbentuk tangki pengaduk. Perbandingan propilena dengan TBHP : propilena yaitu 1:1,05. Reaksi ini menggunakan katalis MoO₃, berlangsung pada fase cair pada tekanan 5,52 atm dan suhu 110°C, eksotermis dan menggunakan koil pendingin.

3. Pemurnian produk

Hasil reaksi dari Reaktor batch (R-02) berupa cairan. Produk cair yang terdiri dari fase organik dan an-organik kemudian dialirkan ke flash drum-01 (H-01). Untuk memisahkan cairan dengan katalis digunakan adsorber. Hasil dari adsorber berupa propilena oksida dan hasil samping TBA dipisahkan dalam flash drum-02 (H-02).

IV. Spesifikasi Alat

a) Reaktor gelembung

Fungsi	Mereaksikan bahan baku isobutana dengan oksigen
Tipe/jenis	Reaktor gelembung
Jumlah	1
Volume, m ³	19,86
Kondisi Operasi :	
P, atm	13,9
T, °C	120
Bahan konstruksi	Carbon steel SA 283 grade C

Dimensi :		Fungsi	Mereaksikan
Diameter, m	2,22		bahan baku
Tinggi, m	5,12		propilena dengan
Tebal shell, m	0,0413		TBHP
Tebal head, m	0,0381		menggunakan
Jenis pendingin	Koil	Tipe/jenis	katalis MoO ₃
Jumlah lilitan	33	Jumlah	Reaktor batch
Diameter koil, m	0,35	Volume, m ³	7
			11,19

b) Menara distilasi

Fungsi	Memisahkan isobutana dan TBHP
Tipe/jenis	<i>Sieve Tray</i>
Kondisi menara atas :	
P, atm	13,59
T, °C	83,20
Kondisi menara bawah :	
P, atm	13,99
T, °C	185,112
Dimensi :	
Diameter, m	2,58
Tinggi, m	14,15
Tebal shell, m	0,041
Tebal head, m	0,031
Tinggi head, m	0,417
Jumlah plat aktual	35
Bahan konstruksi	<i>Carbon steel SA 283 grade C</i>

c. Reaktor batch

Kondisi operasi :	
P, atm	20,23
T, °C	110
Dimensi :	
Diameter, m	1,81
Tinggi, m	4,76
Tebal shell, m	0,0254
Tebal head, m	0,047
Jenis pendingin	Koil
Jumlah lilitan	8
Diameter koil, m	0,35

d. Flash drum-01

Fungsi	Memisahkan propilena dengan TBHP
Jumlah	1
Kondisi Operasi :	
P, atm	5,5
T, °C	110
Dimensi :	
Diameter, m	4,18
Tinggi, m	6,24
Tebal shell, m	0,007
Tebal head, m	0,007
Tinggi head, m	0,578
Bahan Konstruksi	<i>Carbon steel SA 283 grade C</i>

e. Spesifikasi alat penukar panas

Nama alat	Heat exchanger-05	Heat exchanger-06
Kode	E-05	E-06
Fungsi	Menurunkan produk keluaran MD sebelum masuk reaktor batch	Menurunkan suhu keluaran flash drum-01 sebelum masuk adsorber
Tipe	Double pipe	Shell and tube
Beban kerja, kJ/jam	504,96	3.500.010,80
Luas transfer panas, ft ³	0,019	399,92
Tube side Fluida	Annulus	Fluida panas
Suhu operasi, °C (in/out)	150	110,59,77
OD tube,m	0,07	0,019
Layout Pitch, in	-	Square 1
Panjang, m	0,20	3,65
Jumlah tube	-	177
Pass	-	1
Bahan konstruksi	Carbon steel	Carbon steel
ΔP, atm	0,000000058	0,0459
Shell side Fluida	Inner	Fluida dingin
Suhu operasi, °C (in/out)	30/110	30/50
	Produk keluaran mixer	Air

	in	out
ID shell,m	0,04	0,04
Baffle spacing, in	-	14
Bahan konstruksi	Carbon steel	Carbon steel
ΔP, atm	0,000000014	0,00022

IV. UTILITAS

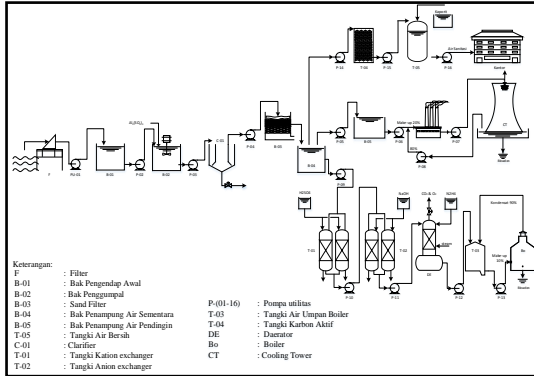
Unit pendukung proses atau utilitas merupakan bagian penting untuk menunjang proses produksi suatu pabrik. Utilitas di pabrik propilena oksida meliputi:

1. Unit penyedia kebutuhan air
Jumlah air yang dibutuhkan untuk air proses dan karyawan sebesar 63.089,279 kg/jam.
2. Unit penyediaan steam
Steam yang dibutuhkan untuk boiler sebesar 3.845,83 kg/jam.
3. Unit penyedia listrik
Jumlah listrik yang digunakan yaitu sebesar 1500 kW.
4. Unit penyedia bahan bakar
Bahan bakar yang digunakan sebesar 1.066,2833 kg/jam.
5. Unit udara tekan
Udara tekan yang digunakan sebesar 150 m³/jam

Selain itu unit utilitas juga didukung dengan unit keselamatan kerja bagi tenaga kerja yang berkaitan dengan alat kerja, mesin, bahan dan proses pengolahan, tempat kerja, lingkungan serta cara pengerjaannya. Tujuan keselamatan kerja, antara lain :

1. Melindungi tenaga kerja dalam melakukan pekerjaan untuk kesejahteraan hidup dan meningkatkan produksi

2. Menjamin keselamatan orang lain yang berada di lingkungan kerja
3. Memelihara sumber produksi dan dipergunakan secara aman di lingkungan kerja



Gambar 1. Unit pengolahan air

- 4) Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin.
- 5) Kepemilikan dapat berganti-ganti dengan memindahkan hak milik dengan cara menjual saham kepada orang lain.

Pabrik Propilena oksida beroperasi 330 hari dalam satu tahun dan 24 jam dalam satu hari. Sedangkan sisa hari yang bukan libur digunakan untuk perbaikan, perawatan, dan *shut down*. Jam kerja dibagi menjadi dua golongan yaitu karyawan *shift* dan *non shift*. Karyawan *non shift* bekerja selama 5 hari dalam satu minggu sedangkan untuk karyawan *shift* jam kerjanya mengikuti jadwal yang sudah ditentukan.

V. Manajemen Perusahaan

Perseroan Terbatas (PT) adalah badan usaha yang modalnya didapatkan dari penjualan saham. Saham merupakan surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan dimana setiap pemegang saham memiliki tanggung jawab pada sejumlah modal yang ditanamkan pada perusahaan dan setiap pemegang saham adalah pemilik perusahaan.

Berdasarkan uraian diatas, Bentuk perusahaan Propilen oksida direncanakan yaitu:

- a. Bentuk Perusahaan
: Perseroan Terbatas (PT)
- b. Lapangan Usaha
: Industri Propilen Oksida
- c. Lokasi Perusahaan
: Cilegon, Banten

Ada beberapa alasan dipilih bentuk perusahaan PT antara lain :

- 1) Kemudahan mendapatkan modal
- 2) Tanggungjawab pemegang saham terbatas.
- 3) Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain.

VI. Analisa Ekonomi

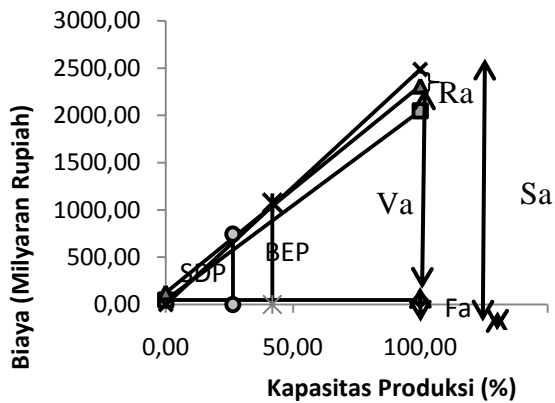
Pada prarancangan pabrik propilen oksida ini dilakukan evaluasi atau penilaian investasi dengan maksud untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang ini menguntungkan dari segi ekonomi atau tidak. Bagian terpenting dari prarancangan ini adalah estimasi harga dari alat-alat karena harga digunakan sebagai dasar untuk estimasi analisis ekonomi dimana analisis ekonomi dipakai untuk mendapatkan perkiraan atau estimasi tentang kelayakan investasi modal dalam kegiatan produksi suatu pabrik dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang akan diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dalam titik impas. Selain itu, analisis ekonomi juga dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan atau tidak jika didirikan.

Analisa ekonomi pada pabrik propilena oksida antara lain :

Modal tetap sebesar Rp 356.930.213.922,21 , modal kerja sebesar Rp 355.816.739.375,60. Keuntungan

sebelum pajak sebesar Rp 175.233.618.062,27 dan keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 122.663.532.643,59 dan keuntungan setelah pajak 30% sebesar Rp 52.570.085.418,68. ROI sebelum pajak sebesar 47,49 % dan ROI setelah pajak sebesar 33,24 %. POT sebelum pajak sebesar 1,74 tahun dan POT sesudah pajak sebesar 2,31 tahun. BEP sebesar 43,34 %. SDP sebesar 29,08 %. Untuk memperoleh nilai DCF dilakukan trial sehingga diperoleh nilai DCF sebesar 49,4 %. Dari diatas dapat disimpulkan bahwa parik propilena oksida menguntungkan dan layak untuk di tindak lanjuti.

- Kern, D.Q., 1950, "*Process Heat Transfer*", McGraw-Hill International Book Company Inc., New York
- Kirk, R.E. and Othmer, D.F., 1996, "*Encyclopedia of Chemical Technology*", 3rd ed., Vol. 4, The Inter Science Encyclopedia, Inc., New York
- Peters, M.S. and Timmerhaus, K.D., 2004, "*Plant Design and Economic for Chemical Engineering*", 5th ed., McGraw-Hill International Book Company Inc., New York
- Zamani, 1998, *Manajemen*, Badan Penerbit IPWI, Jakarta



Gambar 2. Analisa Kelayakan Ekonomi Pabrik Propilena Oksida dengan Proses Hydroperoxide.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat statistik, 2015, Statistik Perdagangan Luar Negeri. Diakses tanggal 21 Maret 2015 pukul 11.00
- Brown, G.G., 1950, "*Unit Operations*", John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Brownell, L.E. and Young, E.H., 1979, "*Process Equipment Design*", John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Coulson, J.M. and Richardson, J.F., 1983, "*Chemical Engineering*", Vol. 6, Pergamon Press, Oxford