

**PRARANCANGAN PABRIK *PROPYLENE OXIDE*
DARI *PROPYLENE* DAN *TERTBUTYL -*
HYDROPEROXIDE (TBHP) DENGAN KAPASITAS
40.000 TON PER TAHUN**



Oleh:

MUH ZAINAL ARIFIN
D 500 990 022

Dosen Pembimbing:

1. Ir.H.Haryanto,AR.,MS.
2. Malik Musthofa, ST,.MSc.

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
SURAKARTA**

2010

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Dalam era industrialisasi, pertumbuhan industri di Indonesia khususnya industri kimia, dari tahun ke tahun cenderung dan pasti akan mengalami peningkatan baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Seiring dengan peningkatan tersebut, maka kebutuhan akan bahan baku industri, bahan-bahan kimia maupun tenaga kerja juga akan semakin meningkat. Salah satu bahan baku yang diperlukan itu adalah *propylene oxide*.

Propylene oxide merupakan salah satu senyawa intermediate yang digunakan secara luas di berbagai industri kimia dewasa ini, karena itu kebutuhan akan *propylene oxide* akan meningkat dari tahun ke tahun sejalan dengan program pemerintah dalam pengembangan industri hilir dimana kebutuhannya baru dapat dipenuhi dari import dari negara-negara maju seperti Jepang, Amerika Serikat, Korea, Belgia, Inggris, Australia dan Jerman.

Dengan didirikannya pabrik *propylene oxide* diharapkan dapat membantu terpenuhinya kebutuhan *propylene oxide* di dalam negeri serta dapat menambah perana Indonesia dalam bidang industri kimia. Di samping itu dengan didirikannya pabrik *propylene oxide* dapat membuka lapangan kerja baru dan diharapkan dapat memacu berdirinya pabrik-pabrik lain yang menggunakan produk *propylene oxide*.

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tersebut di atas maka pabrik ini layak didirikan di Indonesia. Keuntungan-keuntungan tersebut antara lain untuk memenuhi kebutuhan *propylene oxide* di dalam negeri, memacu pertumbuhan pabrik lain yang menggunakan bahan baku *propylene oxide* dan menciptakan lapangan kerja baru sehingga mengurangi jumlah pengangguran.

1.2. Pemilihan Kapasitas Perancangan

Pemilihan kapasitas pabrik *propylene oxide* ini didasarkan dari beberapa pertimbangan, yaitu:

1. Kebutuhan *propylene oxide* di dunia yang dari tahun ke tahun semakin meningkat.
2. Proyeksi kebutuhan *propylene oxide* dari tahun ke tahun di Indonesia.
3. Ketersediaan bahan baku.
4. Kapasitas maksimal dan minimal pabrik yang telah berproduksi.

Tabel 1.1. Kebutuhan *Propylene Oxide* di dunia

| TAHUN | KEBUTUHAN (RIBU TON) |
|-------|-----------------------|
| 1996 | 1.650 |
| 1997 | 1.715 |
| 1998 | 1.775 |
| 1999 | 1.810 |
| 2000 | 1.845 |
| 2001 | 2.035 |

(Chemical Market Reporter)

Berdasarkan data yang diperoleh dari majalah Chemical Market Reporter edisi 10 September 2001 dapat diketahui bahwa kebutuhan dunia akan *propylene oxide* terus mengalami peningkatan seperti terlihat pada table I.1.

Tabel 1.2. Perkembangan *Propylene Oxide* di Indonesia

| TAHUN | KEBUTUHAN (TON) |
|-------|-----------------|
| 1994 | 23,741 |
| 1995 | 30,327 |
| 1996 | 27,215 |
| 1997 | 30,667 |
| 1998 | 18,072 |
| 1999 | 28,389 |
| 2000 | 33,371 |
| 2001 | 37,250 |

(Badan Pusat Statistik)

Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Indonesia (BPS) yaitu pada Statistik Perdagangan Luar dan Dalam Negeri Indonesia dapat

diketahui bahwa kebutuhan akan *propylene oxide* terus meningkat seperti terlihat dalam tabel 1.2.

Dari tabel 1.2 juga dapat dilihat bahwa impor menurun pada tahun 1998. Hal ini disebabkan oleh krisis moneter dan ekonomi yang sedang melanda bangsa Indonesia, sehingga barang-barang impor mengalami kenaikan harga dan berdampak pada jumlah impor, tetapi mulai tahun 1999 impor mulai mengalami peningkatan lagi seiring stabilnya kondisi perekonomian dalam negeri.

Berdasarkan pada kebutuhan *propylene oxide* yang semakin meningkat, maka dapat diprediksi pada tahun 2015 kebutuhan *propylene oxide* sekitar 40.000 ton. Oleh sebab itu pada prarancangan pabrik ini dipilih kapasitas perancangan 40.000 ton/tahun. Pemilihan kapasitas ini didasari juga dengan pertimbangan antara lain :

1. Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri yang diperkirakan pada tahun 2015 sejumlah 40.000 ton.
2. Membuka kesempatan berdirinya industri-industri lainnya yang menggunakan *propylene oxide* sebagai bahan baku yang selama ini belum berkembang di Indonesia.
3. Bisa di ekspor ke luar negeri sehingga menghasilkan tambahan devisa bagi negara.
4. Kapasitas pabrik yang sudah ada bervariasi antara 20.000 ton per tahun (Shanghai Gao Qigo, Shanghai, Cina) sampai 400.000.000 ton per tahun (Texaco Cheml Co, Port Neches, Texas).

I.3. Pemilihan Lokasi Pabrik

Lokasi suatu pabrik dapat mempengaruhi kedudukan pabrik dalam persaingan maupun penentuan kelangsungan hidupnya. Pemilihan lokasi yang tepat, ekonomis dan menguntungkan dipengaruhi oleh banyak faktor, maka sebelum mendirikan pabrik perlu dilakukan pertimbangan untuk melihat faktor primer serta sekundernya.

Pabrik *propylene oxide* ini direncanakan didirikan di kawasan industri Merak, Banten dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Ketersediaan Bahan Baku.

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan suatu pabrik sehingga pengadaan bahan baku harus diperhatikan. Bahan baku *propylene* dapat didatangkan dari PT. Politama Propindo, Indramayu dan PT. Chandra Asri, Cilegon. Lokasi pabrik di Merak ini sangat tepat mengingat sumber bahan baku *propylene oxide* dapat dengan mudah diperoleh, karena Merak merupakan daerah industri terutama industri kimia.

2. Pemasaran Produk.

Produk *propylene oxide* terutama ditujukan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri serta untuk di ekspor. Sebagian besar industri di Indonesia masih berpusat di Indonesia bagian barat dan Pulau Jawa khususnya. Selain itu Merak merupakan kawasan industri yang padat dengan industri-industri, baik industri menengah maupun industri besar yang merupakan pasar potensial bagi *propylene oxide*.

3. Sarana Transportasi.

Lokasi pabrik di Merak akan mempermudah pemasaran baik untuk industri dalam negeri maupun luar negeri, karena kota Merak dihubungkan oleh jalan tol Merak – Jakarta yang merupakan jalan utama yang menghubungkan Merak sebagai pintu gerbang Pulau Jawa dan Sumatera. Dengan adanya sarana transportasi darat yang sangat baik, masalah transportasi bahan baku ke pabrik dan pengiriman produk ke pasar di Jawa Barat maupun kota-kota di Pulau Jawa tidak menjadi masalah. Untuk sarana transportasi laut. Merak juga merupakan tempat yang tepat karena letaknya di pesisir pantai utara pulau Jawa sebelah Barat. Merak merupakan kawasan industri yang memiliki pelabuhan laut (Bakauni Merak) yang memadai untuk pemasaran di pulau lain maupun untuk ekspor.

4. **Penyediaan Bahan bakar dan Energi.**

Daerah Merak merupakan kawasan industri, sehingga untuk penyediaan bahan bakar dapat dengan mudah terpenuhi. Sedangkan tenaga listrik diperoleh dari PLN dan generator sebagai cadangan.
5. **Penyediaan Air**

Dalam hal ini air untuk kebutuhan pendingin dipenuhi dari air laut yang letaknya cukup dekat dengan lokasi pabrik, sedangkan untuk air konsumsi diperoleh dari air tanah.
6. **Tenaga Kerja.**

Banten merupakan salah satu propinsi yang memiliki kepadatan penduduk yang tinggi di Indonesia, sehingga penyediaan tenaga , baik tenaga kasar, tenaga menengah maupun tenaga ahli tidak menjadi masalah.
7. **Kondisi Tanah dan Daerah.**

Kondisi tanah yang relatif masih luas dan merupakan tanah yang datar, kondisi iklim yang relatif stabil sepanjang tahun sangat menguntungkan. Di samping itu Merak merupakan salah satu kawasan industri di Indonesia sehingga pengaturan dan penanggulangan mengenai dampak lingkungan diharapkan dapat dilaksanakan dengan baik.
8. **Kebijakan Pemerintah.**

Daerah Merak merupakan kawasan industri yang telah ditetapkan pemerintah, sehingga faktor-faktor lain seperti kebijaksanaan pemerintah dalam hal ini perizinan, lingkungan masyarakat sekitar, faktor sosial serta perluasan pabrik sangat memungkinkan untuk berdirinya pabrik *propylene oxide*.

I.4. Tinjauan Pustaka

I.4.1. Macam-macam Proses

Proses pembuatan *propylene oxide* terdiri dari beberapa proses yaitu :

1. Proses *Chlorohydrin*.
Pada proses ini *propylene* direaksikan dengan *chlorin* dan air diikuti dengan tahap *dehydrochlorination* oleh Ca(OH)_2 untuk membentuk *propylene oxide*.
2. Proses *Paracetic acid*.
Merupakan proses epoksidasi *propylene* dengan *paracetic acid* yang akan menghasilkan *propylenen oxide* dan *acetic acid*.
3. Proses *Hydrogen peroxide*.
Pada proses ini, *propylene* dioksidasi dengan *hydrogen perokside* untuk membentuk *propylene oxide*.
4. Proses oksidasi langsung.
Propylene dioksidasi langsung dengan oksigen untuk membentuk *propylene oxide*.
5. Proses *Hydroperoxide*.
Pada proses ini *propylene* direaksikan dengan *tert-butyl hydroperoxide* dan katalis MoO_3 sehingga mengalami epoksidasi menjadi *propylene oxide* dan hasil samping berupa *tert-butyl alcohol*. Reaksi berlangsung pada fase cair dengan tekanan 25 – 45 atm dan suhu 95 – 110 °C waktu tinggal sekitar 2 jam serta konversi terhadap TBHP mencapai 100 %.

(Ullman, 1986)

Dari bermacam – macam proses pembuatan *propylene oxide* yang telah diuraikan di atas, maka dalam perancangan ini dipilih proses *hydroperoxide* dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Konversi lebih tinggi yaitu dapat mencapai 100 % .
2. Reaksi yang terjadi dan prosesnya relatif sederhana sehingga memudahkan dalam penerapan teknologi dan perancangannya.
3. Bahan baku yang relatif mudah diperoleh.

I.4.2. Kegunaan Produk

Kegunaan utama dari *propylene oxide* ini meliputi untuk pembuatan *flexile foams* (48%) dan *propylene glycol* (25%) dan sisanya digunakan untuk pembuatan *polypropylene glycol*, pemurnian campuran komponen *organosilicon*, *desinfektan* minyak mentah dan produk petroleum, sterilisasi alat-alat kedokteran dan disinfektan makanan dan untuk menstabilkan *halogenated organics*.

I.4.3. Sifat Fisis dan Kimia

I.4.3.1. Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku

1 Propylene

a. Sifat fisika :

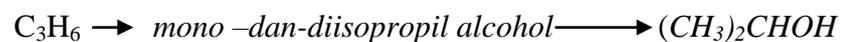
| | |
|--------------------------|---------------------------------|
| Rumus kimia | : C ₃ H ₆ |
| Berat molekul | : 42,06 kg/kmol |
| Titik didih (1 atm) | : -47,8 °C |
| Titik beku (1 atm) | : -185,2 °C |
| Temperatur kritis (1atm) | : 92 °C |
| Tekanan kritis, atm | : 45,9 |
| Kenampakan (suhu kamar) | : gas |

b. Sifat kimia:

1) Hidrasi

Propylene dengan adanya katalis H₂SO₄ akan bereaksi membentuk *isopropyl alcohol*.

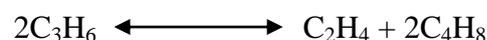
Reaksi :



2) Disproporsinasi

Disproporsinasi *propylene* pada temperatur 450°C dan tekanan 17 atm akan menghasilkan *ethylene* dan *butylene*. Proses berlangsung dengan katalis *tungsten*.

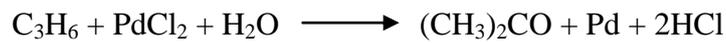
Reaksi :



3) Oksidasi katalitik

Oksidasi *propylene* dengan adanya katalis PdCl_2 menghasilkan *acetone*.

Reaksi :

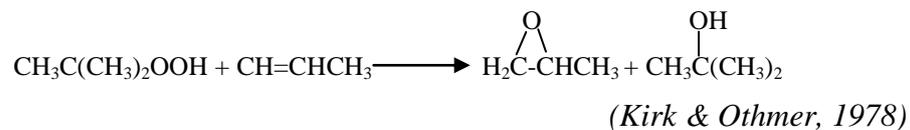


4) Ammoksidasi

Propylene bereaksi dengan amonia dan udara pada temperatur 300 – 450°C tekanan 5 – 30 psig dengan katalis *Bismuth phosphor molibdate on silica gel*.

Propylene bereaksi dengan *tert-butyl hydroperoxide* dengan bantuan katalis MoO_3 membentuk *propylene oxide* dan hasil samping *tert-butyl hydroperoxide*

Reaksi :

2 *Tert-butyl hydroperoxide.*

a. Sifat fisis

TBHP termasuk golongan *organic hydroperoxide*, terbentuk dari reaksi *isobutane* pada temperatur 95 – 150°C dan tekanan 2075 – 5535 kPa. TBHP larut dalam air dan bersifat eksplosif pada keadaan murni, banyak digunakan sebagai solvent karena sifatnya yang mudah larut dengan organik maupun anorganic solven. Uap TBHP dapat mengakibatkan iritasi pada mata, kulit dan pernapasan.

| | |
|--------------------------|---------------------------------------|
| Rumus kimia | : $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_2$ |
| Berat molekul | : 90 kg/kmol |
| Titik didih (1 atm) | : 180,67 °C |
| Titik beku (1 atm) | : 7,6 °C |
| Temperatur kritis (1atm) | : 337,85 °C |

Tekanan kritis, atm : 51,30

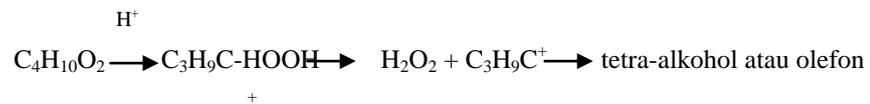
Kenampakan (suhu kamar) : cairan tidak berwarna

b. Sifat kimia :

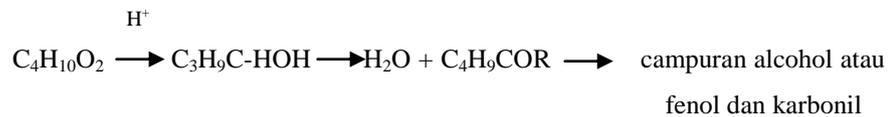
1) Reaksi dengan asam

TBHP bereaksi dengan asam dalam 2 cara, tergantung kekuatan asamnya

❖ Reaksi dengan asam lemah :



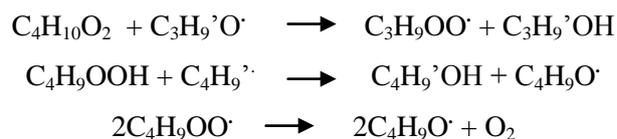
❖ Reaksi dengan asam kuat :



2) TBHP bersifat *photo- and thermally sensitive*.

TBHP bersifat *photo- and thermally sensitive* dan mengalami homolisis ikatan oksigen-oksigen serta berikatan dengan radikal bebas.

Reaksi :

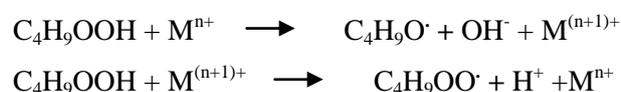


3) TBHP dapat memecah ikatan oksigen, menghasilkan heterolytic, homolytic.

4) TBHP juga dapat bereaksi dengan bermacam-macam komponen seperti *acyl chlorides, anhydrides, alcohols, alkyl halides* dan *olefins*.

5) TBHP terdekomposisi oleh ion logam multivalent seperti Cu, Co, Fe, V, Mn, Sn & Pb.

Reaksi :



(Kirk & Othmer, 1978) .

3 Bahan Pembantu *Molybdenum trioxide* (MoO_3)

a. Sifat fisis

Merupakan hasil dari oksidasi komponen molibdenum, berbentuk kristal *orthorombic* , *photosensitive* dan *n-type semiconductor*. Dihasilkan dengan memanggang *molybdenum disulfide* dengan udara pada suhu 600°C dan dimurnikan dengan sublimasi, selain itu dapat juga dihasilkan dengan mereaksikan *ammonium molybdate* pada suhu 550°C .

- Berat molekul : 144 kg/kmol
- Boiling point : 745°C
- Kenampakan : kristal *orthorhombic*
- Densitas : $4,692 (21^\circ\text{C}) \text{ g/cm}^3$
- Kemurnian : 100 % mol
- Titik leleh : 745°C
- ΔH_f° : $-745,2 \text{ , kJ/mol}$
- ΔG_f° : $-667,9 \text{ , kJ/mol}$

c. Sifat kimia

- *Molybdenum trioxide* dengan metal oxide lainnya biasa digunakan sebagai katalis heterogen.
- *Monohydrates* dari MoO_3 mengendap ketika larutan konsentrat *sodium molybdate* diasamkan dengan *hydrochloroc acid*

(Kirk & Othmer, 1978;Ullman, 1978)

I.4.3.2.Sifat Fisis dan Kimia Produk

1 *Propylene oxide*

a. Sifat fisis

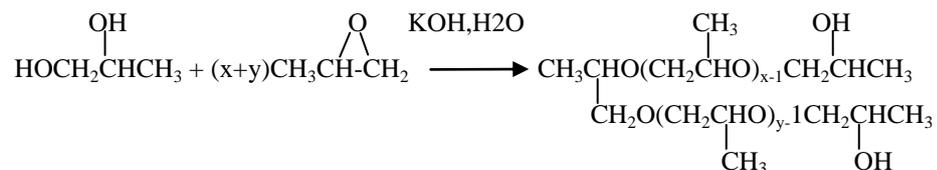
Propylene oxide (methyloxirane, 1,2-epoxypropane) adalah cairan tidak berwarna yang mempunyai titik didih rendah ($34,2^\circ\text{C}$).

Merupakan senyawa kimia organik yang sangat penting dan terutama digunakan sebagai intermediate untuk pembuatan *polyether polyols*, *propylene glycol*, *alkanolamines* dan *glycol ether*.

| | |
|-------------------|-----------------------------------|
| Rumus kimia | : C ₃ H ₆ O |
| Berat molekul | : 58 kg/kmol |
| Titik didih | : 34,23°C |
| Titik beku | : -111,93°C |
| Temperatur kritis | : 209,1°C |
| Tekanan kritis | : 4920 kPa |
| Densitas | : 829 , kg/m ³ |

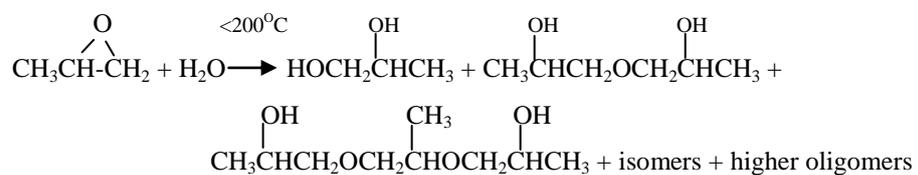
b. Sifat kimia

❖ *Propylene oxide* mengalami reaksi polimerisasi

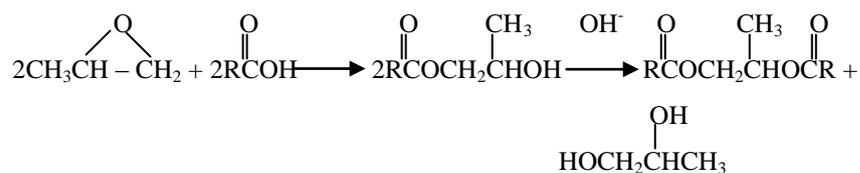


❖ *Propylene oxide* bereaksi dengan air membentuk *propylene glycol*

reaksi:



❖ *Propylene oxide* bereaksi dengan *Hydroxy-Containing Organics*



- ❖ *Propylene oxide* bereaksi dengan *Hydrogen Sulfide* menghasilkan *1-mercapto-2-propanol* dan *bis(2-hydroperoxypropyl)sulfide*
- ❖ *Propylene oxide* bereaksi dengan benzene dengan bantuan katalis (AlCl_3 , FeCl_3 atau TiCl_4) pada temperatur rendah menghasilkan *2-phenylpropanol*.
- ❖ *Propylene oxide* bereaksi dengan *Grignard reagents* menghasilkan campuran alkohol sekunder dan *propylene halohydrin*.

(Kirk & Othmer, 1978;Ullman, 1978)