

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Propilen Karbonat yang sering juga dikenal dengan nama glikol karbonat merupakan senyawa alkilen karbonat dengan rumus molekul $C_3H_6CO_3$, dengan kenampakan cairan tidak bewarna dan tidak berbau. Propilen Karbonat banyak digunakan dalam industri polimer sebagai bahan baku pembuatan poliurethan, polyester dan polikarbonat. Propilen Karbonat juga digunakan sebagai solven untuk polimer, seperti : PVC, *nylon*, lignin, poliacrilonitril, resin dan ester selulosa.

Dari kegunaan tersebut terlihat bahwa Propilen Karbonat merupakan bahan yang sangat penting. Sampai saat ini kebutuhan akan Propilen Karbonat sebagian besar masih mendatangkan dari luar negeri.

Dengan didirikannya pabrik Propilen Karbonat ini di Indonesia diharapkan mampu memberikan keuntungan-keuntungan sebagai berikut :

1. Menghemat sumber devisa negara

Produk Propilen Karbonat dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri sehingga mengurangi ketergantungan impor.

2. Membantu pabrik-pabrik di Indonesia yang memakai bahan baku Propilen Karbonat karena selain harganya lebih murah, kontinuitas bahan baku juga akan terjaga.

3. Proses alih teknologi

Adanya produk yang dihasilkan melalui teknologi modern membuktikan bahwa sarjana-sarjana Indonesia mampu menyerap ilmu serta teknologi modern. Dengan demikian kita tidak lagi tergantung pada tenaga asing.

4. Membuka lapangan kerja baru dalam rangka turut memberikan lapangan kerja dan pemerataan perekonomian.

1.2. Kapasitas Pabrik

Pabrik Propilen Karbonat akan didirikan pada tahun 2010 dengan kapasitas produksi 24.000 ton/tahun. Pemilihan kapasitas perancangan tersebut didasarkan pada pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut :

1. Kebutuhan Propilen Karbonat di Indonesia

Kebutuhan Propilen Karbonat di Indonesia dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan pesatnya perkembangan industri kimia di Indonesia yang menggunakan bahan baku Propilen Karbonat. Data statistik di bawah ini menunjukkan kenaikan permintaan Propilen Karbonat dari luar negeri.

Tabel 1.1. Data statistik impor Propilen Karbonat

No.	Tahun	Jumlah (kg)
1	1998	51.158
2	1999	4.083
3	2000	28.102
4	2001	36.517
5	2002	47.759
6	2003	49.717
7	2004	86.971

Sumber : Badan Pusat Statistik 1998-2004

Berdasarkan data di atas, diperkirakan kebutuhan Propilen Karbonat akan terus meningkat pada tahun-tahun mendatang sejalan dengan berkembangnya industri yang menggunakan Propilen Karbonat sebagai bahan baku.

2. Kapasitas minimal pabrik yang sudah berproduksi

Dari literatur McKetta, diperoleh kapasitas minimal yang dapat memberikan keuntungan adalah 1.800 ton/tahun. Dilihat dari hal tersebut, maka kapasitas pabrik yang akan didirikan masuk dalam *range* ekonomi yaitu di atas 1.800 ton/tahun.

3. Kapasitas yang sudah berdiri

Kapasitas terkecil produksi Propilen Karbonat dengan proses Huls adalah 1.800 ton / tahun yang beroperasi di Chemische Werke Huls, West Germany dan kapasitas terpasang terbesar adalah 50.000 ton / tahun. (McKetta, 1983)

Dengan didirikannya pabrik yang berkapasitas 24.000 ton/tahun maka diharapkan dapat memperoleh keuntungan.

4. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku yang dibutuhkan yaitu karbon dioksida yang tersedia di dalam negeri yaitu dari PT. Pupuk Kujang, Cikampek dan propilen oksidanya diimpor dari Shell Seraya Pty Ltd Singapura.

1.3. Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik sangat berpengaruh pada keberadaan suatu industri, baik dari segi komersial, maupun kemungkinan pengembangan di masa yang akan datang. Banyak faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik. Pendirian pabrik direncanakan didirikan di kawasan Industri Cikampek, dengan pertimbangan – pertimbangan sebagai berikut :

A. Faktor utama

1. Sumber bahan baku

Untuk mengurangi biaya transportasi, maka pabrik propilen karbonat didirikan didekat sumber bahan baku. karbon dioksida sebagai salah satu bahan baku utama diperoleh dari PT. Pupuk Kujang di Cikampek.

2. Pemasaran produk

Pemasaran produk propilen karbonat adalah di kawasan industri Cilegon, Jababeka, Surabaya dan beberapa daerah di Kalimantan serta di ekspor ke Malaysia, India dan beberapa Negara tetangga. Jadi pangsa pasar mudah dijangkau.

3. Sarana transportasi

Fasilitas transportasi di daerah ini cukup memadai, transportasi yang digunakan adalah darat dan laut. Untuk mobilitas alat, ekspor produk dan impor bahan baku melalui Tanjung Priok, Jakarta.

4. Fasilitas air

Cikampek merupakan salah satu kawasan industri di Indonesia, sehingga penyediaan utilitas terutama air untuk proses dan pendingin tidak mengalami kesulitan, karena dekat dengan aliran sungai Cilalawi.

5. Tenaga kerja

Tenaga kerja untuk pabrik dapat direkrut dari daerah Cikampek dan sekitarnya, dimana kepadatan penduduk tinggi sehingga merupakan sumber tenaga kerja yang potensial.

6. Kemasyarakatan

Keadaan sosial kemasyarakatan sudah terbiasa dengan lingkungan industri sehingga pendirian pabrik baru dapat diterima dan dapat beradaptasi dengan mudah dan cepat.

B. Faktor pendukung

1. Perijinan dan Kebijakan Pemerintah

Pendirian pabrik merupakan salah satu usaha untuk mewujudkan kebijakan pemerintah mengenai pengembangan industri dan pemerataan kesempatan kerja.

2. Perluasan pabrik

Pendirian pabrik harus memperhitungkan rencana perluasan pabrik tersebut dalam jangka waktu 10 sampai 20 tahun kedepan (jangka panjang). Karena apabila suatu saat nanti akan memperluas area dari pabrik maka tidak mengalami kesulitan dalam mencari lahan baru.

3. Kondisi iklim

Kondisi iklim dari suatu area yang akan dibangun pabrik harus mendukung, dalam arti kondisinya tidak mengganggu jalannya operasi pabrik.

4. Energi

Penyediaan energi merupakan hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan lokasi pabrik. Untuk memenuhi kebutuhan listrik diambil dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan dari generator.

5. Perpajakan

Pajak yang harus dibayarkan dapat lebih murah karena Cikampek merupakan kawasan industri sehingga pembayaran pajaknya lebih dipermudah.

6. Terdapatnya fasilitas dan pelayanan industri dan umum

Maksud dari pelayanan industri di sini adalah bengkel industri dan fasilitas umum lainnya seperti rumah sakit, sekolah, dan sarana ibadah.

7. Korosifitas

Lokasi kawasan industri Cikampek tidak berada di tepi laut sehingga korosifitas yang utamanya disebabkan oleh udara tidak begitu berpengaruh.

8. Keadaan tanah

Pendirian pabrik tidak dapat dilakukan di sembarang tempat. Kondisi tanah sangat menentukan apakah di sana bisa didirikan pabrik atau tidak. Salah satu pertimbangan penetapan lokasi di Cikampek sebagai kawasan industri adalah kondisi tanah yang stabil, sehingga kestabilan tanah bukanlah masalah bagi pendirian pabrik ini.

1.4. Tinjauan Pustaka

1.4.1. Macam-macam Proses

Secara komersial Propilen Karbonat dapat diproduksi dengan proses-proses sebagai berikut :

1. Proses *Phosgene*

Pada proses ini Propilen Karbonat dibuat dengan mereaksikan Propilen Glikol dengan *Phosgene*. Proses ini tidak komersial karena korosinya sangat besar dan faktor *safety* kurang baik atau beresiko tinggi.

2. Proses Propilen Oksida/ CO₂

Propilen Karbonat dibuat dengan mereaksikan Propilen Oksida dengan CO₂. Proses ini secara komersial menguntungkan karena kelemahan proses *Phosgene* dapat dihindari. Reaksi antara Propilen Oksida dengan CO₂ dipercepat dengan penambahan katalis. Proses pembuatan propilen karbonat dari propilen oksida dan karbon dioksida dapat dilakukan dengan dua proses produksi, yaitu proses produksi dengan metode Jefferson dan metode Hulls.

❖ Proses *Jefferson*

Jefferson Chemical Co. telah mengembangkan proses secara komersial untuk menghasilkan Propilen Karbonat. Reaksi terjadi didalam reaktor dengan tekanan operasinya 105,5 atm, temperatur 150⁰ C dan waktu tinggal dalam reaktor selama 44 menit. Dengan menggunakan katalis *Tetra ethyl Amonium Bromida (TEAB)*. Pemanasan yang terjadi pada reaktor berada di head reactor dan pendinginanya berada pada bottom reaktor

Sebagian dari produk reaktor di recycle kembali dengan perbandingan tertentu untuk digunakan sebagai pelarut katalis. Kemudian campuran hasil reaksi yang keluar dari reaktor diekspansikan sebagai gas cair dimana kelebihan CO₂ dihilangkan.

Karbonat kasar kemudian dimurnikan untuk pemisahan karbonat dan katalis TEAB. Karbonat kasar dalam menara destilasi didestilasi untuk memisahkan karbonat dari sisa reaktan, dengan tekanan 4-6 bar dan suhu 110°C . Produk diambil dari bawah menara destilasi, sedangkan produk samping dan sisa reaktan diambil dari atas menara.

❖ Proses Hulls

Proses Hulls beroperasi pada tekanan 80 atm, temperature $200 - 210^{\circ}\text{C}$, dan waktu tinggal 16 menit. Dengan menggunakan katalis *TetraEthyl Amonium Bromida*, yang terlarut dalam propylene karbonat. Konversi yang dapat dicapai pada proses Hulls adalah 96 – 98 %.

Kelebihan proses Huls jika dibandingkan dengan proses *Jefferson* adalah :

1. Tekanan operasi lebih rendah
2. Waktu tinggal dalam reaktor lebih singkat
3. Pada proses Huls tidak terjadi *back Mixing*.
4. Kemurnian produk lebih tinggi
5. Konversi relatif terhadap Propilen Oksida mencapai 98 %.

1.4.2. Kegunaan Produk

Propilen Karbonat banyak digunakan, antara lain sebagai berikut:

1. Solven yang baik untuk bahan alami maupun sintesis, misalnya : lignin, *Polyacrilonitril*, *nylon*, resin alkyl, ester selulosa, dan PVC.
2. Klorinasi Propilen Karbonat dapat digunakan untuk memperbaiki resistansi dari fiber selulosa dan lapisan gelatin yang sensitif
3. Sebagai *Blowing agent* pada pembuatan *foam rubber*.
4. Untuk mengekstraksi alkohol dari hidrokarbon cair dan mengekstraksi aromatic dari campuran hidrokarbon aromatic dan alifatik.
5. Sebagai *dispersing agent* untuk silicon fats dan penyeimbangan klorinasi hidrokarbon tingkat rendah.

6. Sebagai intermediet produk.

Propilen Karbonat dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan polyester, polikarbonat dan pembuatan kosmetik serta farmasi.

7. Sebagai *lube oil additive* dan *lubricant*

1.4.3. Sifat Fisika dan Sifat Kimia Bahan Baku dan Produk

Bahan Baku

1. Propilen Oksida

▪ Sifat-sifat fisika

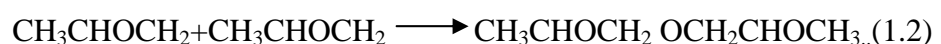
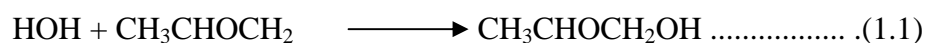
Rumus molekul	=	C_3H_6O
Fase	=	Cair
Berat molekul	=	58,08
Titik didih, °C (1 atm)	=	34,23
Titik beku, °C (1 atm)	=	-112,13
Temperatur kritis, °C	=	109,2
Tekanan kritis, atm	=	48,56
Densitas pada 25 °C	=	0.826 g/ml
<i>Spesific gravity</i> , g/cc	=	0,35
Energi Gibbs(kJ/mol)	=	-25,790
Enthalpi pembentukan (kJ/mol)	=	-92,825

▪ Sifat-sifat kimia

1) Reaksi dengan air

Propilen Oksida bereaksi dengan air membentuk mono, di, tri Propilen Glikol.

Reaksi :



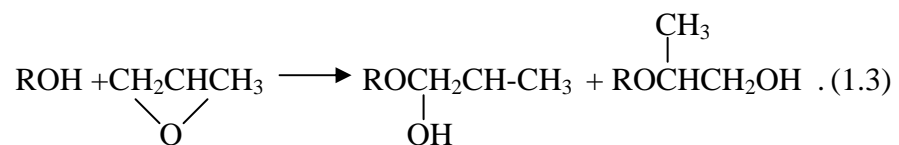
Reaksi menggunakan katalis asam atau basa tetapi dalam praktek komersialnya untuk memproduksi Propilen Glikol, biasanya dilakukan

pada temperatur 160-200 °C tanpa katalis, maka secara sederhana dihasilkan produk.

2) Reaksi dengan alkohol dan phenol.

Dengan alkohol dan phenol, propilen oksida akan menghasilkan glycol yang lain dapat bereaksi membentuk di, tri, dan *polypropylene* Glycol. Ketika reaksi digunakan katalis basa, alcohol sekunder dibentuk hampir semua. Jika katalis asam yang digunakan, 2 isomer dibentuk dalam jumlah yang sama.

Reaksi :



3) Reaksi dengan amina

Propilen oksida ditambahkan ammonia secara tepat dengan katalis membentuk mono, di, triisopropanolamin, $\text{RNH}_2, \text{R}_2\text{NH}$, R_3N dimana R terutama alkohol sekunder $\text{CH}_2\text{CHOHCH}_2$ dengan jumlah yang kecil R adalah $\text{CH}_2\text{OHCH}(\text{CH}_3)$ dengan adanya air akan mempercepat reaksi.

4) Reaksi dengan asam organik.

Propilen oksida ditambahkan asam-asam organik akan membentuk monomer glikol. Dua grup hidroksil dapat diesterifikasi membentuk $\text{RCHOOCH}_2\text{CHOCH}_3$ dan $\text{ROOCH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{OH}$. Reaksi digunakan katalis garam alkali metal dari asamnya. Reaksi ini dihambat oleh dua reaksi samping, terutama jika diberikan oksida yang cukup. Pembentukan ester-ester dari Dipropilen glikol dan perubahan ester bereaksi, hasilnya dalam bentuk campuran propilen glikol yang seimbang dengan mono dan diester.

5) Reaksi Isomerisasi

Propilen oksida diisomerisasikan menjadi alkyl alkohol, propionaldehid dan acetone. Yieldnya 95% dari alkyl alkohol dan dari epoksi dapat dipercepat dengan menambahkan Li_3PO_4 sebagai support

katalis. Yield rendah sampai tinggi propionaldehid didapatkan dengan memanaskan propilen oksida.

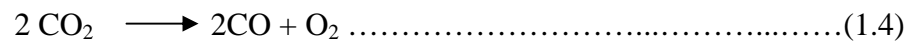
2. Karbon Dioksida (CO₂)

▪ Sifat-sifat fisika

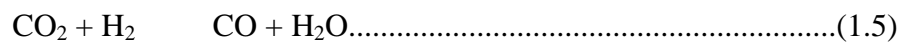
Rumus molekul	=	CO ₂
Fase	=	Gas
Berat molekul	=	44,01
Temperatur kritis, °C	=	31,2
Tekanan kritis, atm	=	72,8
<i>Spesific gravity, g/cc</i>	=	1,181
Densitas gas, g/l	=	1,976
Energi Gibbs (kJ/mol)	=	-394,65
Enthalpi pembentukan (kJ/mol)	=	-393,78

▪ Sifat Kimia

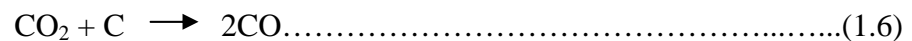
- 1) Karbon dioksida sangat stabil pada suhu biasa, jika dipanaskan sampai diatas 1700 °C reaksi akan berjalan kekanan.



- 2) Karbon dioksida dapat direduksi dengan H₂



- 3) Karbon dioksida dapat direduksi dengan hidrokarbon dan karbon



- 4) Karbon dioksida dapat bereaksi dengan ammonia akan membentuk ammonium karbamat



Produk

1. Propilen Karbonat

▪ Sifat-sifat fisika

Rumus molekul	=	C ₃ H ₆ CO ₃
---------------	---	---

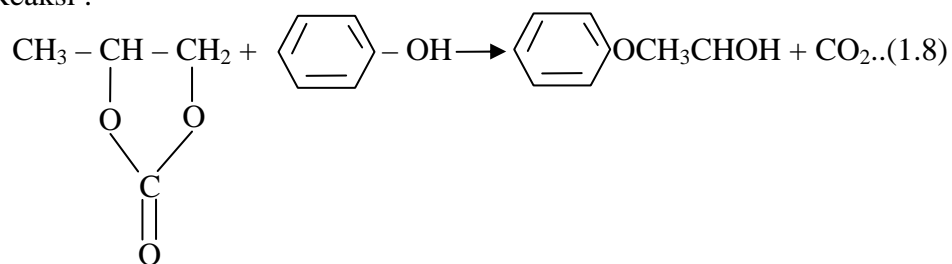
Berat molekul	= 102,09
Titik didih, °C (1 atm)	= 243,4
Titik beku, °C (1 atm)	= -54
Temperatur kritis, °C	= 296
Tekanan kritis, atm	= 46,2
Densitas, g/lt	= 1,1728
Energi Gibbs (kJ/mol)	= -477
Enthalpi pembentukan (kJ/mol)	= -656,86

▪ Sifat-sifat kimia

1) Reaksi *Hydroxyalkylasi*

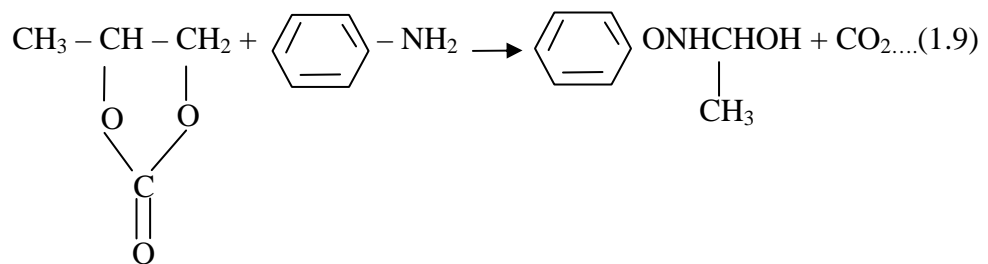
Propilen karbonat bereaksi dengan sedikit pemisahan dengan bentuk senyawa untuk membentuk turunan *Hydroxyalkyl* yang sama dengan yang diperoleh dari ikatan oksida yang berkaitan. Reaksi ini berguna untuk menghasilkan reaksi lain dimana Alkilen Oksida tak dapat digunakan. Phenyl dan Thiophenol mudah mengalami *Hydroxyalkylasi* dengan yield tinggi.

Reaksi :



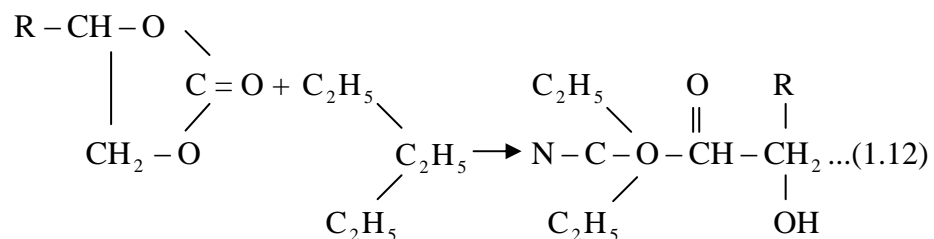
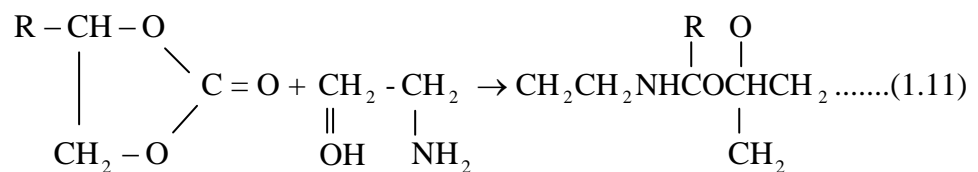
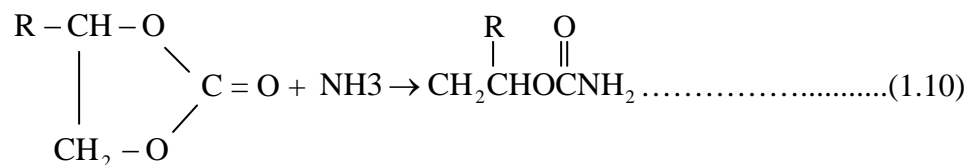
Merchaptans, asam karboksilat tinggi dengan alkohol juga mengalami reaksi seperti ini. Amina lemah yang bereaksi pada temperature tinggi mengalami *Hydroxyalkylasi* pada nitrogen amina.

Reaksi:



2) Reaksi Pembentukan Karbamat

Propilen Karbonat bereaksi dengan NH_3 dan Amina Alifatik primer dan sekunder pada temperature rendah menghasilkan carbamat.



Dengan etanol terbentuk *Hydroxyalkyl Carbonate*, bila dipanasi terpecah menjadi 2 azazolidon dan propilen glikol. Propilen Karbonat dan NH_3 menghasilkan propilen urea pada 200-300 °C. Karbonat glikol dibentuk dari propilen Karbonat dan amina alifatik menghasilkan

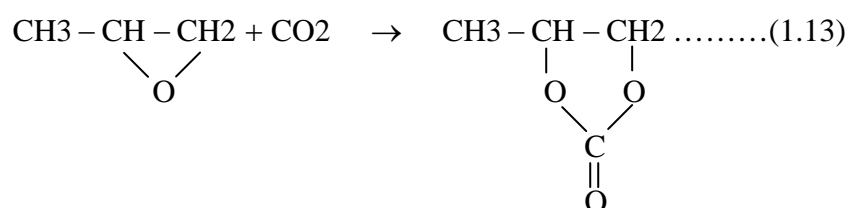
Isocyanate, bila mengalami pirolisis dan bereaksi dengan *Alkylen Carbonate* dan NH_3 menghasilkan turunan Oxazolidon. Dihidroksi etil Karbonat dengan urea diubah menjadi poliurethan, ini dihasilkan dari Diamina dan kedua Alkil Karbonat. POLiurethan diperoleh dari pemcahan glikol selama destilasi *Hydroxyethyl Carbonate* dengan adanya BaOH.

3) Esterifikasi

Propanadiol diester diperoleh dari Propilen karbonat bereaksi dengan asam karboksilat anhidrit dengan alkali. Propilen Karbonat bereaksi dengan gliserin akan menghasilkan Gliserin karbonat, pada temperature tinggi bereaksi membentuk Glikol. Bila propile Karbonat dipanasi dengan asam dikarboksilat akan diperoleh ester. Hal ini juga terjadi pada Propilen Karbonat dipanasi dengan asam. Reaksinya digambarkan pada taun 1945, *Carbonate cyclic* yang lain dapat juga diperoleh dengan cara ini, perubahan CO_2 oleh SO_2 menunjukkan grup *Thiocarbonate Cyclic* dibawah kondisi reaksi yang sama.

1.4.4. Tinjauan Proses Secara Umum

Reaksi antara propilen oksida dengan CO_2 termasuk reaksi karbonasi. Reaksi Karbonasi yaitu masuknya gugus atau atom C ke dalam suatu rantai molekul. Masuknya atom C ke dalam suatu rantai molekul diawali dengan pemutusan rantai membentuk senyawa antara dan akhirnya terbentuk produk yang stabil. Adapun reaksi karbonasi dalam pembuatan propilen karbonat secara umum adalah sebagai berikut:



Pembuatan propilen karbonat dengan proses Hulls adalah dengan mereaksikan propilen oksida dengan dan ditambahkan katalis yang larut dalam propilen karbonat. Katalis yang digunakan adalah *Tetra Ethyl Amonium Bromida* (TEAB), dengan konsentrasi 0,2-2 % berat dari konsentrasi propilen oksida. Karbonat yang efektif sangat baik sebagai pelarut dalam reaksi katalitik serta mempunyai pengaruh yang baik pada tahapan reaksi selanjutnya (mempersiapkan efek yang baik pada langkah reaksi yang mendekati efek polar yang berlebih). Reaksi terjadi pada kisaran suhu 200-210 °C dan tekanan 80 atm dengan konversi relatif terhadap propilen oksida sebesar 98%.