

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era globalisasi perkembangan industri di Indonesia, khususnya industri kimia dari tahun ke tahun mengalami peningkatan kualitas maupun kuantitasnya. Baik industri yang menghasilkan bahan jadi maupun industri yang menghasilkan bahan setengah jadi (*intermediate*). Sehingga kebutuhan bahan baku maupun bahan pembantu mengalami peningkatan. Pembangunan industri kimia yang menghasilkan produk ini sangat penting, karena dapat mengurangi ketergantungan Indonesia terhadap industri luar negeri, yang pada akhirnya akan dapat mengurangi pengeluaran devisa untuk mengimpor bahan-bahan kimia.

Berdasarkan proses produksinya, industri diklasifikasikan menjadi dua macam yaitu industri hulu dan industri hilir. Dimana dalam pengolahannya menjadi produk, kedua industri ini saling berkaitan. Sebagian produk dari industri hulu merupakan bahan baku dalam industri hilir. Salah satu contoh produk dari industri hulu adalah *Propylene Glycol*.

Propylene Glycol merupakan salah satu bahan kimia yang sangat penting dalam berbagai industri, seperti kosmetik, farmasi, makanan, dan tekstil. *Propylene Glycol* memiliki sifat yang unik, yaitu dapat menyerap kelembaban dan memiliki titik didih yang rendah, sehingga membuatnya sangat berguna dalam berbagai aplikasi. Dalam beberapa tahun terakhir, permintaan *Propylene Glycol* telah meningkat secara signifikan, terutama dalam industri kosmetik dan farmasi. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya kesehatan dan keamanan produk. Oleh karena itu, industri *Propylene Glycol* harus meningkatkan produksinya untuk memenuhi permintaan yang meningkat.

Dari data terakhir, yaitu pada tahun 2024 kebutuhan *Propylene Glycol* di Indonesia sebesar 41.471. Berdasarkan aplikasinya *Propylene Glycol* memiliki peranan yang cukup penting dalam menunjang kehidupan sehari-hari. Dalam konteks ini, pembangunan pabrik *Propylene Glycol* yang efisien dan ramah lingkungan merupakan salah satu solusi yang sangat penting. Pabrik ini dapat

memproduksi *Propylene Glycol* dengan kualitas yang tinggi dan biaya yang lebih rendah, serta mengurangi dampak lingkungan yang signifikan.

Di Indonesia sendiri belum ada memproduksi *Propylene Glycol*, sehingga pendirian pabrik *Propylene Glycol* memiliki peluang yang besar terhadap pasar luar negeri. Pendirian pabrik *Propylene Glycol* berarti membuka lapangan kerja dan menekan angka impor, sehingga mengurangi jumlah pengangguran di Indonesia serta meningkatkan pertumbuhan ekonomi negara. Selain itu juga untuk memenuhi pasar di luar negeri yang di harapkan dapat meningkatkan devisa negara.

1.2 Rumusan Masalah

Kebutuhan *Propylene Glycol* di Indonesia belum dapat terpenuhi, sehingga untuk menanggulangi kebutuhan *Propylene Glycol* didalam negeri serta meningkatkan nilai ekonomis dari *Propylene Glycol*, maka perlu dirancang pabrik *Propylene Glycol* dari *Propylene oxide* (C_3H_6O) dan Air (H_2O) dengan melakukan beberapa perubahan pada alat proses, reaksi, dan kapasitas produksinya.

1.3 Tujuan Prarancangan Pabrik

Tujuan dari prarancangan pabrik ini adalah untuk mengaplikasikan ilmu Teknik Kimia khususnya di bidang perancangan pabrik, analisa proses, operasi teknik kimia, sehingga dapat memberikan gambaran kelayakan pendirian pabrik *Propylene Glycol*. Serta diharapkan dengan mendirikan pabrik *Propylene Glycol* di Indonesia, dapat memenuhi kebutuhan *Propylene Glycol* di dalam negeri dan untuk diekspor sehingga dapat menambah devisa negara.

1.4 Manfaat Praracangan Pabrik

Manfaat dari prarancangan pabrik *Propylene Glycol* ini adalah dapat dijadikannya prarancangan ini sebagai referensi untuk didirikannya pabrik *Propylene Glycol* di Indonesia yang menghasilkan *Propylene Glycol* untuk dapat memenuhi kebutuhan *Propylene Glycol* di Indonesia.

1.5 Batasan Masalah

Prarancangan pabrik ini dibatasi pada proses Hidrolisis *Propylene oxide* dan air, menggunakan katalis asam sulfat, selain itu juga meninjau kelayakan pendirian pabrik dengan memperhitungkan aspek proses, ekonomi, kebutuhan, dan operasi teknik, yang diharapkan dapat bermanfaat dimasa mendatang.

1.6 Kapasitas Prarancangan Pabrik

Kapasitas produksi pabrik akan mempengaruhi perhitungan teknis maupun ekonomis dalam perancangan pabrik. Semakin kecil kapasitas produksi maka semakin sedikit pula keuntungan, dan semakin besar kapasitas produksinya maka keuntungan yang didapat juga akan semakin besar. Dalam menentukan kapasitas prarancangan pabrik *Propylene Glycol* perlu dipertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

1.6.1 Kapasitas Produksi Pabrik *Propylene Glycol* di Indonesia

Berdasarkan data yang diperoleh hingga saat ini tahun 2025, di indonesia belum memiliki perusahaan yang memproduksi *propylene Glycol*, sehingga pendirian pabrik *Propylene Glycol* memiliki peluang yang besar terhadap pasar luar negeri

1.6.2 Data Impor Pabrik *Propylene Glycol* di Dunia

Data-data impor pabrik *propylene Glycol* yang telah beroperasi di beberapa negara yang menghasilkan *propylene Glycol* di dunia dapat dilihat pada Tabel 1.1

Tabel 1.1 Data Impor *propylene Glycol* Terbesar di Dunia.

Negara	Kapasitas (Ton/tahun)
Belgia	240.000
Jepang	300.000
Cina	200.000
India	163.000

Sumber : (Statista, 2025)

Propylene Glycol digunakan secara luas dalam industri yaitu sebagai *softening agent*, minyak pelumas pada mesin dan juga untuk industri obat-obatan. *Propylene Glycol* memiliki banyak fungsi selain sebagai humektan juga berfungsi

sebagai desinfektan, pengawet, *plasticizer*, pelarut, kosolven dan *stabilizer* sehingga banyak digunakan pada gel berbasis air atau hidrogen.

1.6.3 Data Kebutuhan *Propylene Glycol* di Dunia

Propylene Glycol merupakan bahan kimia yang banyak digunakan sebagai bahan pengawet/pelembab pada industri makanan dan sebagai pelarut obat-obatan di industri farmasi. Adapun data kebutuhan *Propylene Glycol* di dunia yaitu Belgia, Jepang, Cina, India dan Indonesia adalah sebagai berikut :

1. Data Kebutuhan Impor *Propylene Glycol* di Belgia

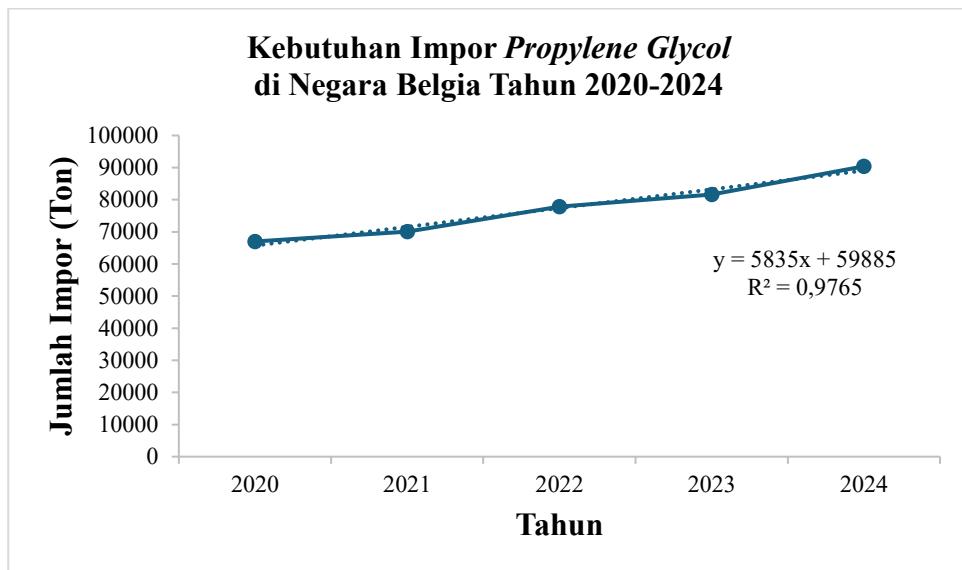
Kebutuhan impor *Propylene Glycol* pada negara Belgia dilakukan pengambilan data untuk mengetahui peluang berapa besar *Propylene Glycol* yang akan meningkatkan nilai ekspor *Propylene Glycol* di Indonesia pada Pra-rancangan pabrik dengan kapasitas yang akan di tetapkan. Adapun kebutuhan *Propylene Glycol* pada negara Belgia didapat pada tahun 2020-2024 dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Data Kebutuhan Impor *Propylene Glycol* di Belgia

Tahun	Jumlah Impor (Ton)
2020	67.185
2021	70.100
2022	77.800
2023	81.650
2024	90.400

Sumber: (Statista, 2025).

Dapat dilihat pada Tabel 1.2 data kebutuhan impor *Propylene Glycol* di negara belgia dari tahun 2020-2024 terus mengalami peningkatan tiap tahun nya, dengan itu dapat disimpulkan bahwa kebutuhan impor *Propylene Glycol* di Belgia masih banyak bergantung pada *Propylene Glycol* impor. Untuk mengetahui kenaikan kebutuhan *Propylene Glycol* impor negara Belgia pada tahun 2028, maka dilakukan ekstrapolasi dari data kebutuhan impor pada tahun 2020-2024, kenaikan data impor dapat dilihat pada persamaan grafik Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Grafik Kebutuhan Impor *Propylene Glycol* di Belgia

Berdasarkan Gambar 1.1 dapat dilihat bahwa persamaan yang diperoleh adalah $y = 5835x + 59885$ dengan $R^2 = 0,9765$. Kebutuhan impor *Propylene Glycol* di Belgia tiap tahunnya mengalami kenaikan sesuai dengan persamaan garis lurus: $y = 5835x + 59885$ dimana y adalah kebutuhan impor *Propylene Glycol* pada tahun tertentu dalam ton, sedangkan x adalah tahun ke yang akan diperkirakan. Hasil ekstrapolasi kebutuhan impor *Propylene Glycol* di Belgia dapat dilihat pada Tabel 1.3.

Tabel 1.3 Data Hasil Ekstrapolasi Kebutuhan Impor *Propylene Glycol* di Belgia

Tahun	Jumlah Impor (Tahun)
2025	94.895
2026	100.730
2027	106.565
2028	112.400

Dapat dilihat pada Tabel 1.3 bahwa dari data hasil ekstrapolasi kebutuhan impor *Propylene Glycol* di Belgia setiap tahunnya terus meningkat. Diperkirakan kebutuhan impor di Belgia pada tahun 2028 mencapai 112.400 ton, untuk mengetahui peluang untuk mengekspor *Propylene Glycol* ke negara Belgia, maka dilakukan perhitungan peluang untuk mengetahui kebutuhan *Propylene Glycol*

yang akan di ekspor ke negara Belgia dengan asumsi selisih impor pada tahun 2028 dengan data impor tahun terakhir.

Peluang Ekspor = Kebutuhan Impor tahun 2028 – Kebutuhan Impor pada data terakhir (2024)

Peluang Ekspor = $112.400 - 90.400$

Peluang Ekspor = 22.000 Ton.

Maka dapat diketahui bahwa pra-rancangan pabrik ini memiliki peluang untuk mengekspor *Propylene Glycol* pada tahun 2028 mencapai 22.000 Ton ke negara Belgia.

2. Data Kebutuhan Impor *Propylene Glycol* di Jepang

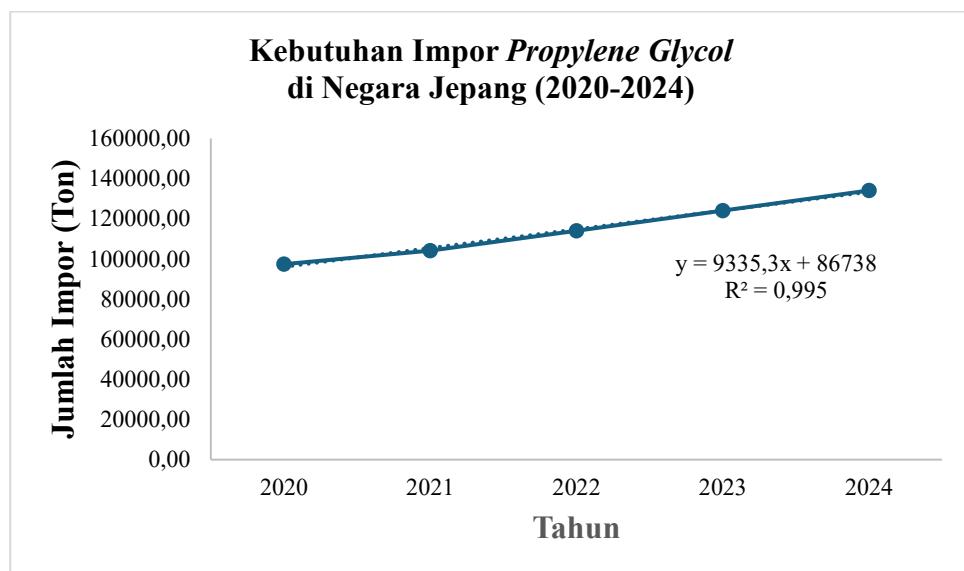
Kebutuhan impor *Propylene Glycol* pada negara Jepang dilakukan pengambilan data untuk mengetahui peluang berapa besar *Propylene Glycol* yang akan meningkatkan nilai ekspor *Propylene Glycol* di indonesia pada Pra-rancangan pabrik dengan kapasitas yang akan di tetapkan. Adapun kebutuhan *Propylene Glycol* pada negara jepang didapat pada tahun 2020-2024 dapat dilihat pada Tabel 1.4.

Tabel 1.4 Data Kebutuhan Impor *Propylene Glycol* di Jepang

Tahun	Jumlah Impor (Ton)
2020	97.403
2021	104.085
2022	114.077
2023	124.062
2024	134.091

Sumber: (Statista, 2025)

Dapat dilihat pada Tabel 1.4 data kebutuhan impor *Propylene Glycol* di negara Jepang dari tahun 2020-2024 terus mengalami peningkatan tiap tahun nya, dengan itu dapat disimpulkan bahwa kebutuhan impor *Propylene Glycol* di Jepang masih banyak bergantung pada *Propylene Glycol* impor. Untuk mengetahui kenaikan kebutuhan *Propylene Glycol* impor negara Jepang pada tahun 2028, maka dilakukan ekstrapolasi dari data kebutuhan impor pada tahun 2020-2024, kenaikan data impor *Propylene Glycol* dapat dilihat pada persamaan grafik Gambar 1.2.



Gambar 1.2 Grafik Kebutuhan Impor *Propylene Glycol* di Jepang

Berdasarkan Gambar 1.2 dapat dilihat bahwa persamaan yang diperoleh adalah $y = 9.335,3x + 86738$ dengan $R^2 = 0,995$. Kebutuhan impor *Propylene Glycol* di Jepang tiap tahunnya mengalami kenaikan sesuai dengan persamaan garis lurus: $y = 9.335,3x + 86738$ dimana y adalah kebutuhan impor *Propylene Glycol* pada tahun tertentu dalam ton, sedangkan x adalah tahun ke yang akan diperkirakan. Hasil ekstrapolasi kebutuhan impor *Propylene Glycol* di Jepang dapat dilihat pada Tabel 1.5.

Tabel 1.5 Data Hasil Ekstrapolasi Kebutuhan Impor *Propylene Glycol* di Jepang

Tahun	Jumlah Impor (Tahun)
2025	142.749
2026	152.085
2027	161.420
2028	170.755

Sumber: (Statista, 2025)

Dapat dilihat pada Tabel 1.5 bahwa dari data hasil ekstrapolasi kebutuhan impor *Propylene Glycol* di Jepang setiap tahunnya terus meningkat. Diperkirakan kebutuhan impor di Jepang pada tahun 2028 mencapai 170.755 ton, untuk mengetahui peluang mengekspor *Propylene Glycol* ke negara Jepang, maka dilakukan perhitungan peluang kebutuhan *Propylene Glycol* yang akan di ekspor

ke jepang dengan asumsi selisih impor pada tahun 2028 dengan data impor tahun terakhir.

Peluang Ekspor = Kebutuhan Impor tahun 2028 – Kebutuhan Impor pada data terakhir (2024)

Peluang Ekspor = $170.755 - 134.091$

Peluang Ekspor = 36.664 Ton.

Maka dapat diketahui bahwa pra-rancangan pabrik ini memiliki peluang untuk mengekspor *Propylene Glycol* pada tahun 2028 mencapai 36.664 Ton ke negara Jepang.

3. Data Kebutuhan Impor *Propylene Glycol* di Cina

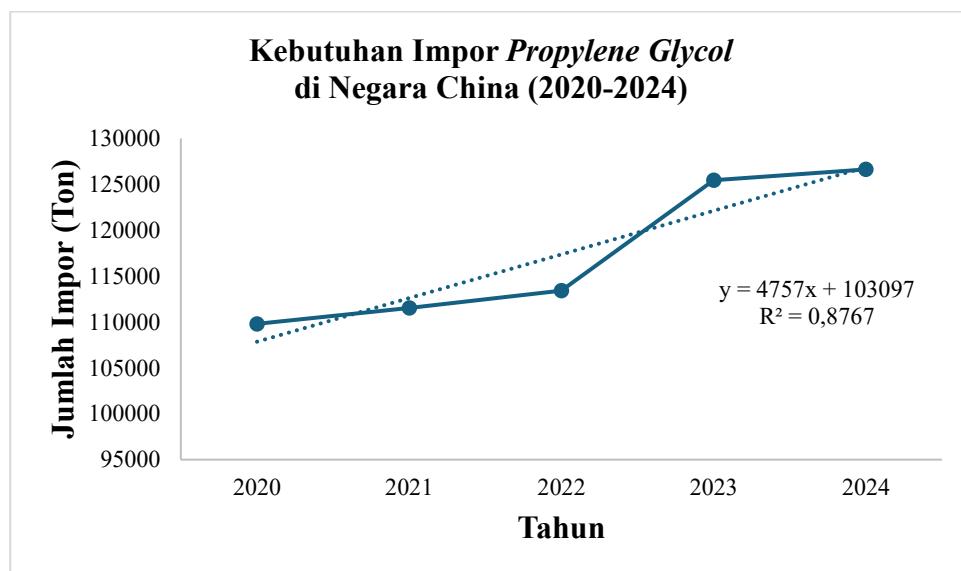
Kebutuhan impor *Propylene Glycol* pada negara Cina dilakukan pengambilan data untuk mengetahui peluang berapa besar *Propylene Glycol* yang akan meningkatkan nilai ekspor *Propylene Glycol* di indonesia pada Pra-rancangan pabrik dengan kapasitas yang akan di tetapkan. Adapun kebutuhan impor *Propylene Glycol* pada negara Cina didapat pada tahun 2020-2024 dapat dilihat pada Tabel 1.6.

Tabel 1.6 Data Kebutuhan Impor *Propylene Glycol* di Cina

Tahun	Jumlah Impor (Ton)
2020	109.801
2021	111.543
2022	113.407
2023	124.561
2024	126.627

Sumber: (Statista, 2025)

Dapat dilihat pada Tabel 1.6 data kebutuhan impor *Propylene Glycol* di negara Cina dari tahun 2020-2024 terus mengalami peningkatan tiap tahunnya, dengan itu dapat disimpulkan bahwa kebutuhan impor *Propylene Glycol* di Cina masih banyak bergantung pada *Propylene Glycol* impor. Untuk mengetahui kenaikan kebutuhan *Propylene Glycol* impor negara Cina pada tahun 2028, maka dilakukan ekstrapolasi dari data kebutuhan impor pada tahun 2020-2024, kenaikan data impor *Propylene Glycol* dapat dilihat pada persamaan grafik Gambar 1.3



Gambar 1.3 Grafik Kebutuhan Impor *Propylene Glycol* di Cina

Berdasarkan Gambar 1.3 dapat dilihat bahwa persamaan yang diperoleh adalah $y = 4.757x + 103.097$ dengan $R^2 = 0,8767$. Kebutuhan impor *Propylene Glycol* di Cina tiap tahunnya mengalami kenaikan sesuai dengan persamaan garis lurus: $y = 4.757x + 103.097$ dimana y adalah kebutuhan impor *Propylene Glycol* pada tahun tertentu dalam ton, sedangkan x adalah tahun ke yang akan diperkirakan. Hasil ekstrapolasi kebutuhan impor *Propylene Glycol* di Cina dapat dilihat pada Tabel 1.7.

Tabel 1.7 Data Hasil Ekstrapolasi Kebutuhan Impor *Propylene Glycol* di Cina

Tahun	Jumlah Impor (Tahun)
2025	131.633
2026	136.389
2027	141.145
2028	145.901

Dapat dilihat pada Tabel 1.7 bahwa dari data hasil ekstrapolasi kebutuhan impor *Propylene Glycol* di Cina setiap tahunnya terus meningkat. Diperkirakan kebutuhan impor di Cina pada tahun 2028 mencapai 145.901 ton, untuk mengetahui peluang mengeksport *Propylene Glycol* ke negara Cina, maka dilakukan perhitungan peluang kebutuhan *Propylene Glycol* yang akan di eksport ke Cina dengan asumsi selisih impor pada tahun 2028 dengan data impor tahun terakhir.

Peluang Ekspor = Kebutuhan Impor tahun 2028 – Kebutuhan Impor pada data terakhir (2024)

Peluang Ekspor = 145.901 - 126.627

Peluang Ekspor = 19.274 Ton.

Maka dapat diketahui bahwa pra-rancangan pabrik ini memiliki peluang untuk mengekspor *Propylene Glycol* pada tahun 2028 mencapai 19.274 Ton ke negara Cina.

4. Data Kebutuhan Impor *Propylene Glycol* di India

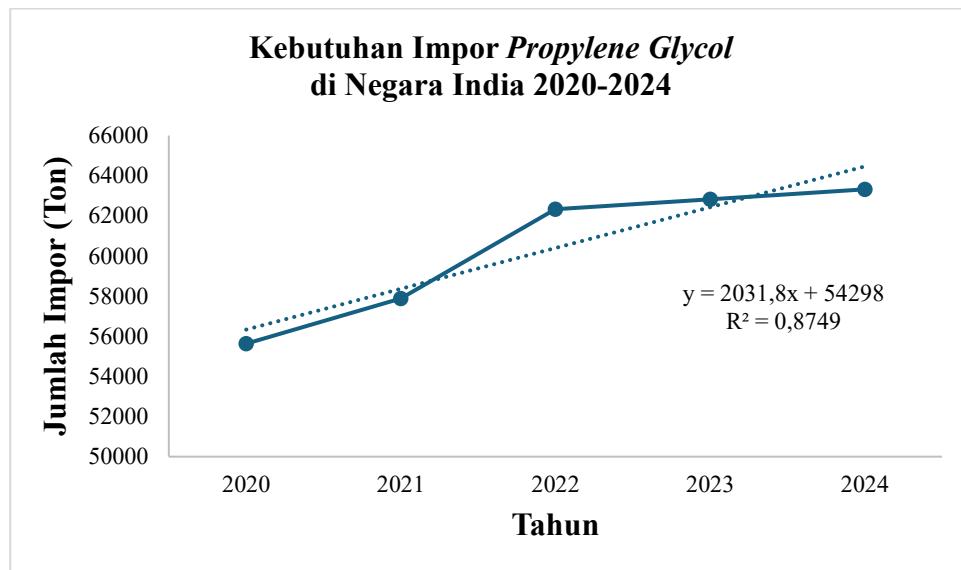
Kebutuhan impor *Propylene Glycol* pada negara India dilakukan pengambilan data untuk mengetahui peluang berapa besar *Propylene Glycol* yang akan meningkatkan nilai ekspor *Propylene Glycol* di indonesia pada Pra-rancangan pabrik dengan kapasitas yang akan di tetapkan. Adapun kebutuhan impor *Propylene Glycol* pada negara India didapat pada tahun 2020-2024 dapat dilihat pada Tabel 1.8

Tabel 1.8 Data Kebutuhan Impor *Propylene Glycol* di India

Tahun	Jumlah Impor (Ton)
2020	55.628
2021	57.880
2022	62.323
2023	62.820
2024	63.317

Sumber: (Statista, 2025)

Dapat dilihat pada Tabel 1.8 data kebutuhan impor *Propylene Glycol* di negara India dari tahun 2020-2024 terus mengalami peningkatan tiap tahunnya, dengan itu dapat disimpulkan bahwa kebutuhan impor *Propylene Glycol* di India masih banyak bergantung pada *Propylene Glycol* impor. Untuk mengetahui kenaikan kebutuhan *Propylene Glycol* impor negara India pada tahun 2028, maka dilakukan ekstrapolasi dari data kebutuhan impor pada tahun 2020-2024, kenaikan data impor *Propylene Glycol* dapat dilihat pada persamaan grafik Gambar 1.4.



Gambar 1.4 Grafik Kebutuhan Impor *Propylene Glycol* di India

Berdasarkan Gambar 1.4 dapat dilihat bahwa persamaan yang diperoleh adalah $y = 2.031,8x + 54.298$ dengan $R^2 = 0,8749$. Kebutuhan impor *Propylene Glycol* di India tiap tahunnya mengalami kenaikan sesuai dengan persamaan garis lurus: $y = 2.031,8x + 54.298$ dimana y adalah kebutuhan impor *Propylene Glycol* pada tahun tertentu dalam ton, sedangkan x adalah tahun ke yang akan diperkirakan. Hasil ekstrapolasi kebutuhan impor *Propylene Glycol* di India dapat dilihat pada Tabel 1.9

Tabel 1.9 Data Hasil Ekstrapolasi Kebutuhan Impor *Propylene Glycol* di India

Tahun	Jumlah Impor (Tahun)
2025	66.488
2026	68.520
2027	70.552
2028	72.584

Dapat dilihat pada Tabel 1.9 bahwa dari data hasil ekstrapolasi kebutuhan impor *Propylene Glycol* di India setiap tahunnya terus meningkat. Diperkirakan kebutuhan impor di India pada tahun 2028 mencapai 72.584 ton, untuk mengetahui peluang mengekspor *Propylene Glycol* ke negara India, maka dilakukan perhitungan peluang kebutuhan *Propylene Glycol* yang akan di ekspor ke India dengan asumsi selisih impor pada tahun 2028 dengan data impor tahun terakhir.

Peluang Ekspor = Kebutuhan Impor tahun 2028 – Kebutuhan Impor pada data terakhir (2024)

Peluang Ekspor = 72.584 - 63.317

Peluang Ekspor = 9.267 Ton.

Maka dapat diketahui bahwa pra-rancangan pabrik ini memiliki peluang untuk mengekspor *Propylene Glycol* pada tahun 2028 mencapai 9.267 Ton ke negara India.

5. Data Kebutuhan Impor dan Ekspor *Propylene Glycol* di Indonesia

Data kebutuhan impor dan ekspor *Propylene Glycol* di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.10

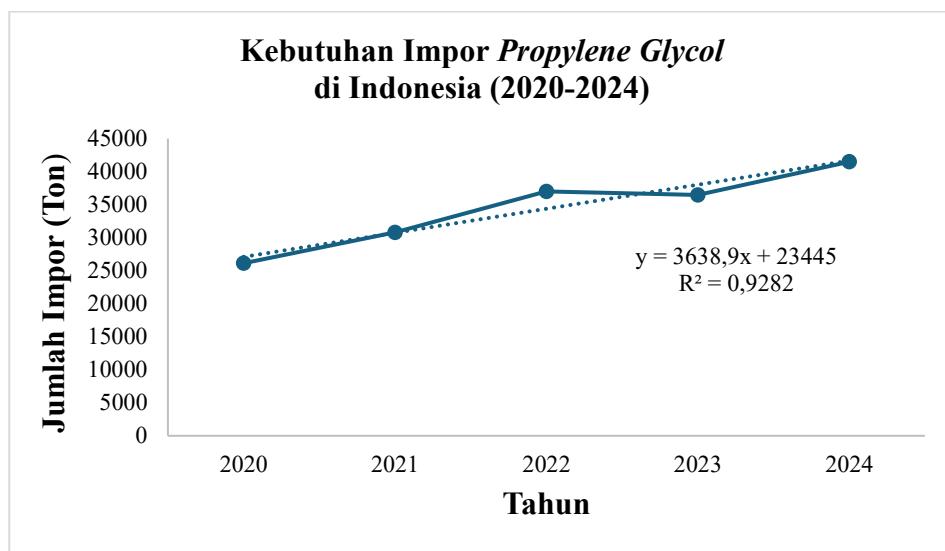
Tabel 1.10 Data Kebutuhan Impor dan Ekspor *Propylene Glycol* di Indonesia.

Tahun	Data Kebutuhan Impor	
	Berat (Ton)	
2020	26.119	
2021	30.771	
2022	36.989	
2023	36.456	
2024	41.471	

Sumber : (Statista, 2025).

Dapat dilihat pada Tabel 1.10 data kebutuhan impor dan ekspor *Propylene Glycol* di Indonesia dari tahun 2020 - 2024 terus mengalami peningkatan tiap tahun nya, dengan itu dapat disimpulkan bahwa kebutuhan *Propylene Glycol* di Indonesia masih banyak bergantung pada *Propylene Glycol* impor.

Kenaikan kebutuhan data impor *Propylene Glycol* di indonesia diprediksi pada tahun 2028 dengan cara ekstrapolasi data kebutuhan impor *Propylene Glycol* pada tahun 2020-2024, kenaikan kebutuhan impor *Propylene Glycol* pada tahun 2020-2024 dapat dilihat pada Gambar 1.5.



Gambar 1.5 Grafik Kebutuhan Data Impor *Propylene Glycol* di Indonesia

Berdasarkan Gambar 1.5 dapat dilihat bahwa persamaan yang diperoleh adalah $y = 3.638,9x + 23.445$ dengan $R^2 = 0,9282$. Kebutuhan impor *Propylene Glycol* di Indonesia tiap tahunnya mengalami kenaikan sesuai dengan persamaan garis lurus: $y = 3.638,9x + 23.445$ dimana y adalah kebutuhan impor *Propylene Glycol* pada tahun tertentu dalam ton, sedangkan x adalah tahun ke yang akan diperkirakan. Kebutuhan impor *Propylene Glycol* di Indonesia pada tahun 2028 yaitu tahun ke-9 adalah sebagai berikut:

$$y = 3.638,9x + 23.445$$

$$y = 3.638,9 (9) - 23.445$$

$$y = 56.195 \text{ Ton}$$

Sehingga kebutuhan impor *Propylene Glycol* di Indonesia pada tahun 2028 diperkirakan sebesar 56.195 ton/tahun. Prediksi data kebutuhan impor pada tahun 2025 - 2028 menggunakan cara ekstrapolasi dapat dilihat pada Tabel 1.11

Tabel 1.11 Data Hasil Ekstrapolasi Kebutuhan Impor *Propylene Glycol* di Indonesia

Tahun	Jumlah Impor (Ton)
2025	45.278
2026	48.917
2027	52.556
2028	56.195

Sumber : (Data Ekstrapolasi, 2025)

Kebutuhan *Propylene Glycol* di dalam negeri untuk tahun 2028 dapat diperkirakan dengan cara ekstrapolasi dengan hasil 56.195 Ton. maka dilakukan perhitungan peluang kebutuhan *Propylene Glycol* yang akan di ekspor ke Indonesia dengan asumsi selisih impor pada tahun 2028 dengan data impor tahun terakhir. Peluang Ekspor = Kebutuhan Impor tahun 2028 – Kebutuhan Impor pada data terakhir 2024

$$\text{Peluang Ekspor} = 56.195 - 41.471$$

$$\text{Peluang Ekspor} = 14.724 \text{ Ton.}$$

Maka dapat diketahui bahwa pra-rancangan pabrik ini memiliki peluang untuk mengekspor *Propylene Glycol* pada tahun 2028 mencapai 14.724 Ton ke negara Indonesia. Dapat dilihat dari 5 negara didunia yang mengimpor *Propylene Glycol* memiliki peluang ekspor yang berbeda. Pada Tabel 1.12 menunjukan jumlah peluang ekspor *Propylene Glycol*, yaitu:

Tabel. 1.12 Peluang Ekspor *Propylene Glycol* di Dunia

Nama Negara	Peluang Ekspor (Ton/Tahun)	%
Belgia	22.000	29,4%
Jepang	36.664	39,2%
Cina	19.274	19,6%
India	9.267	9,8%
Total	101.929	98%

1.6.7 Ketersedian Bahan Baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan produksi pabrik sehingga penyediaan bahan baku sangat di prioritaskan. Bahan baku utama pembuatan *Propylene Glycol*, berupa *Propylene oxide* diimpor dari *Shell Chemicals Seraya Pte Ltd* dengan kapasitas 250.000 Ton/Tahun yang berada di *Jurong Island*, Singapura. Pada penggunaan air diperoleh dari sungai Pelungut, Kabupaten Sagulung, Batam. Pada pabrik *Propylene Glycol* ini juga menggunakan katalis cair yaitu asam sulfat diperoleh dari PT. Petrokimia Gersik dengan kapsitas 1.170.000 Ton/Tahun di Jl Jendral Ahmad Yani, Kebomas, Gersik, Indonesia.

1.7 Seleksi Pemilihan Proses

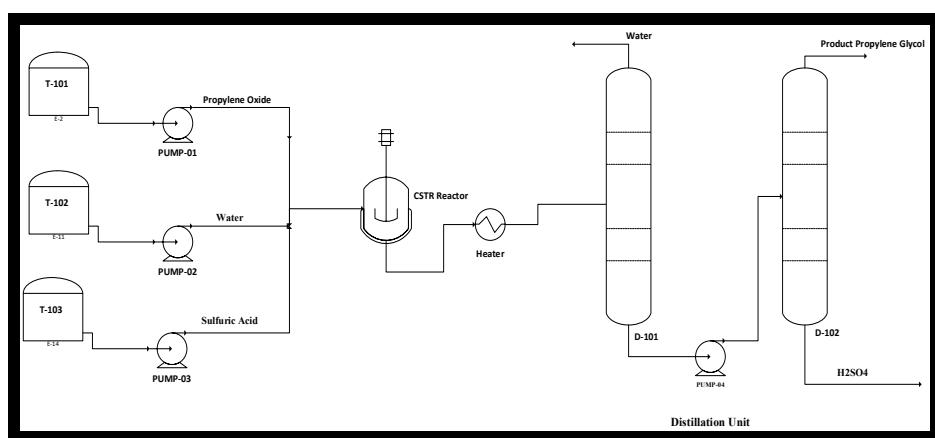
Pada dasarnya proses pembuatan *Propylene Glycol* yang beragam memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Proses pembentukan *Propylene Glycol* terbagikan menjadi 2 proses yaitu proses Hidrolisis *Propylene oxide* dengan katalis asam dan Hidrolisis *Propylene oxide* dengan katalis basa dan Hidrogenolisis gliserol. Proses pembuatan *Propylene Glycol* terbagi menjadi 3 dan dapat dijelaskan yaitu sebagai berikut :

1. Hidrolisis *Propylene oxide* dengan katalis asam

Hidrasi adalah proses dimana ion dikelilingi oleh molekul-molekul air yang tersusun dalam keadaan tertentu. Pada proses ini menggunakan asam sebagai katalis. Rasio mol H_2O dan $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ sebesar 20:1 dengan katalisator asam sulfat atau metil format. Fase reaksi adalah cair-cair (Kirk dann Othmer, 1983).

Pada pembuatan *Propylene Glycol*, hal yang harus diperhatikan selama proses adalah kondisi operasi, dikarenakan *Propylene oxide* mempunyai titik didih yang relatif kecil yaitu $34,81^{\circ}\text{C}$. Apabila suhu terlalu tinggi dapat mengakibatkan *Propylene oxide* menguap.

Reaksi:



Gambar 1.6 Flowsheet Dasar Proses Hidrolisis Propylene Oxide Dengan Katalis Asam

Sumber : (Kirk dann Othmer, 1983).

Adapun analisa ekonomi awal pada proses *Propylene Oxide* Dengan Katalis Asam dapat dilihat pada Tabel 1.13.

Tabel 1.13 Analisa Ekonomi Awal Pada Proses *Propylene Oxide* Dengan Katalis Asam.

Parameter	Bahan Baku Utama	Bahan Baku Pendukung	Katalis	Produk Utama
	C₃H₆O	Air	H₂SO₄	C₃H₈O₂
Berat Molekul	58,08	18,0151	98,08	76,096
Harga per kg (Rupiah)	Rp. 19.000	Rp. 10.000	Rp. 1.600	Rp. 43.000
Kebutuhan	1 mol x 58,08 g/mol = 58,08 g = 0,058 kg	1 mol x 18,0151 g/mol = 18,0151 g = 0,018 kg	1 mol x 98,08 g/mol = 98,08 g = 0,98 kg	1 mol x 76,096 g/mol = 76,096 g = 0,076 kg
Harga Total	0,058 kg x Rp. 19.000 = Rp. 1.102	0,018 kg x Rp.10.000 = Rp. 180	0,098 kg x Rp.1.600 = Rp. 156,8	0,076 kg x Rp.31.500 = Rp. 2.394
Analisa Ekonomi Awal	(Harga Produk) – (Harga Total Bahan Baku Utama + Bahan Baku Pendukung + Katalis) = (Rp. 2.394) – (Rp. 1.102+ Rp. 180 + Rp. 156,8) = Rp. 955,2			

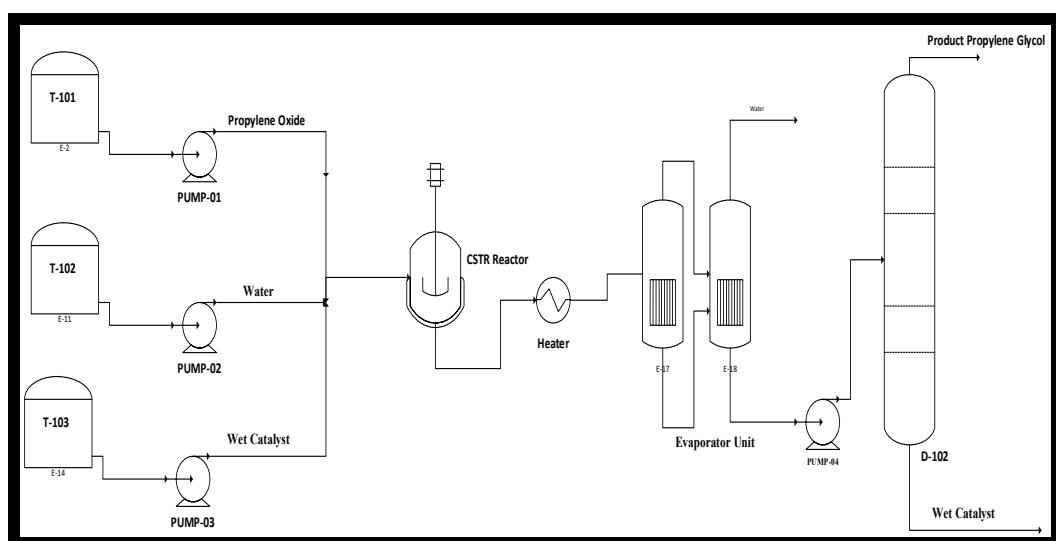
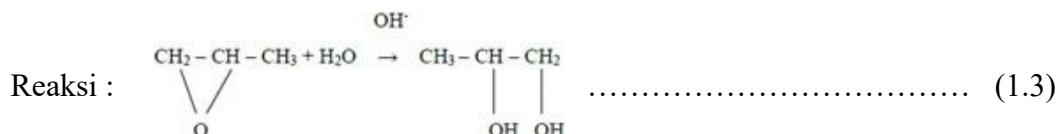
Berdasarkan hasil Analisa ekonomi awal pada Tabel 1.13 maka persentase keuntungan diperoleh berikut:

$$\begin{aligned}\% \text{ Keuntungan} &= \frac{\text{Rp. } 955,2}{\text{Rp. } 1.438,8} \\ &= 0,65\%\end{aligned}$$

Maka persentase keuntungan produksi *Propylene Glycol* yang didapat dari proses *Propylene oxide* dengan katalis asam yaitu sebesar 0,65 %.

2. Hidrolisis *Propylene oxide* dengan katalis basa

Dalam proses ini digunakan katalis basa dan air dicampur sampai konsentrasinya tertentu, kemudian direaksikan dengan *Propylene oxide* dalam reaktor Hidrolisis (Kirk Othmer, 1983). Proses produksi *Propylene Glycol* dengan katalis basa berlangsung pada temperatur 70°C dengan tekanan 1 atm. Konversi yang dihasilkan 70% (Chan dan Seider, 2004).



Gambar 1.7 Flowsheet Dasar Proses Hidrolisis *Propylene Oxide* Dengan Katalis Basa

Adapun analisa ekonomi awal pada proses Hidrolisis *Propylene Oxide* Dengan Katalis Basa dapat dilihat pada Tabel 1.14

Tabel 1.14 Analisa Ekonomi Awal Pada Proses Hidrolisis *Propylene Oxide* Dengan Katalis Basa

Parameter	Bahan Baku	Bahan Baku	Katalis	Produk
	Utama	Pendukung		Utama
	C₃H₆O	Air	NaHCO₃	C₃H₈O₂
Berat Molekul	58,08	18,0151	84,01	76,096

Parameter	Bahan Baku Utama	Bahan Baku Pendukung	Katalis	Produk Utama
	C ₃ H ₆ O	Air	NaHCO ₃	C ₃ H ₈ O ₂
Harga per kg (Rupiah)	Rp. 19.000	Rp. 10.000	Rp. 15.000	Rp. 43.000
Kebutuhan	1 mol x 58,08 g/mol = 58,08 g = 0,058 kg	1 mol x 18,0151 g/mol = 18,0151 g = 0,018 kg	1 mol x 84,01 g/mol = 84,01 g = 0,84kg	1 mol x 76,096 g/mol = 76,096 g = 0,076 kg
Harga Total	0,058 kg x Rp. 19.000 = Rp. 1,102	0,018 kg x Rp.10.000 = Rp. 180	0,084 kg x Rp.15.000 = Rp. 1260	0,076 kg x Rp.31.500 = Rp. 2.394
Analisa Ekonomi Awal	(Harga Produk) – (Harga Total Bahan Baku Utama + Bahan Baku Pendukung + Katalis) = (Rp. 2.394) – (Rp. 1,102 +180 + Rp. 1.260) = Rp. 726			

Berdasarkan hasil analisa ekonomi awal pada Tabel 1.14 Maka persentase keuntungan diperoleh berikut:

$$\% \text{ Keuntungan} = \frac{\text{Rp. } 726}{\text{Rp. } 2.542} \\ = 0,28\%$$

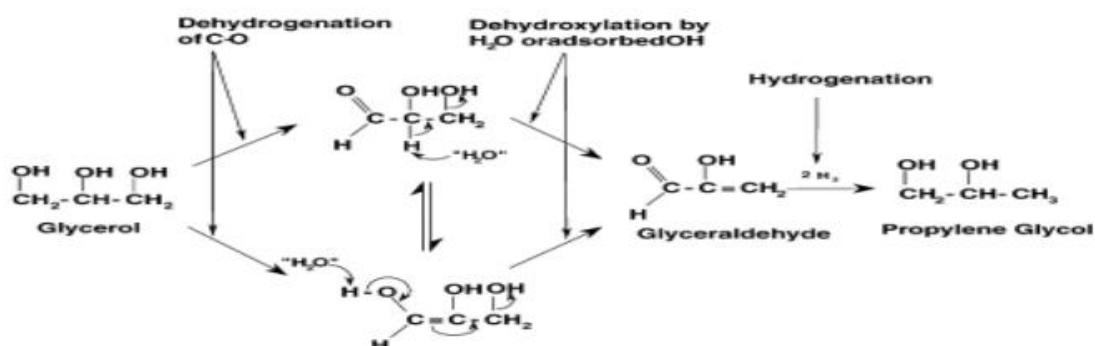
Maka persentase keuntungan produksi *Propylene Glycol* yang didapat dari proses *Propylene oxide* dengan katalis basa yaitu sebesar 0,28%.

3. Hidrogenolisis gliserol

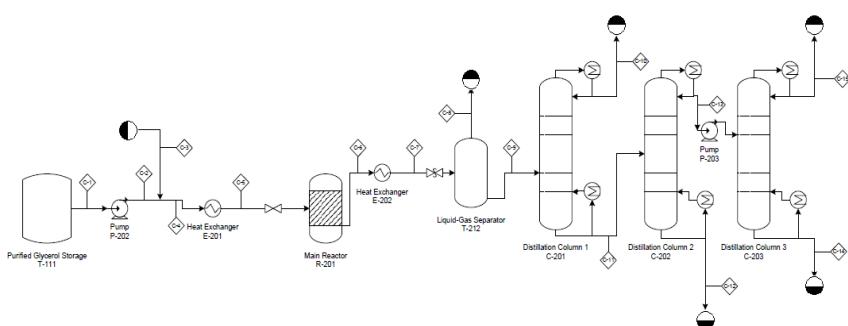
Proses hidrogenolisis merupakan salah satu reaksi kimia katalitik dimana akan memecahkan ikatan antar karbon ataupun ikatan antara karbon dan oksigen dengan secara simultan ditambahkan hidrogen dengan meningkatkan tekanan dan temperatur. Proses hidrogenolisis menggunakan katalis heterogen berupa logam aktif seperti platine (Pt), perak (Ag), tembaga (Cu). Dibandingkan kedua logam, katalis yang paling sering digunakan yaitu katalis berbasis tembaga karena

kekuatan membelah ikatan karbon dan oksigen. Katalis berbasis tembaga biasanya menggunakan penyangga seperti Al_2O_3 (Alumina oksida), Cr_2O_3 (kromium oksida), SiO_2 (Silika Oksida) (Pudi, dkk., 2015).

Proses hidrogenolisis gliserol menjadi propilen glikol sangat dianjurkan untuk memproses gliserol dengan cara mendehidrasi gliserol menjadi asetol dengan katalis (Gao, dkk., 2016). Katalis yang digunakan biasanya merupakan katalis logam yang berfungsi sebagai penyangga seperti Pt, Ru dan Cu. Tembaga (Cu) adalah salah satu katalis yang baik untuk proses hidrogenasi. Menurut beberapa penelitian, katalis menggunakan tembaga merupakan katalis yang cukup selektif untuk pemutusan rantai karbon dan oksigen tanpa memutuskan ikatan rantai antar karbon. Karena katalis Cu lebih selektif dibanding katalis logam yang lain, maka katalis berbasis Cu tidak memerlukan katalis tambahan dan dapat dioperasikan pada tekanan rendah (Kusuma, dkk., 2010).



Gambar 1.8 Reaksi Hidrolisis *Propylene oxide* Dengan Gliserol



Gambar 1.9 *Flowsheet* Dasar Hidrolisis *Propylene oxide* Dengan Gliserol

Adapun analisa ekonomi awal pada proses Hidrolisis *Propylene Oxide* Dengan Katalis Basa dapat dilihat pada Tabel 1.15

Tabel 1.15 Analisa Ekonomi Awal Pada Proses Hidrolisis *Propylene Oxide* Dengan Gliserol

Parameter	Bahan Baku Utama	Bahan Baku Pendukung	Katalis	Produk Utama
	C ₃ H ₆ O	Air	Cu Zn	C ₃ H ₈ O ₂
Berat Molekul	58,08	18,0151	128,926	76,096
Harga per kg (Rupiah)	Rp. 10.600	Rp. 10.000	Rp. 83.995	Rp. 43.000
Kebutuhan	1 mol x 58,08 g/mol = 58,08 g = 0,058 kg	1 mol x 18,0151 g/mol = 18,0151 g = 0,018 kg	1 mol x 128,926 g/mol = 128,926 g = 0,128926 kg	1 mol x 76,096 g/mol = 76,096 g = 0,076 kg
Harga Total	0,058 kg x Rp. 19.000 = Rp. 1.102	0,018 kg x Rp.10.000 = Rp. 180	0,128926 kg x Rp. 83.995 = Rp. 10.829	0,076 kg x Rp.43.000 = Rp. 3.268
Analisa Ekonomi Awal	$ \begin{aligned} & (\text{Harga Produk}) - (\text{Harga Total Bahan Baku Utama} + \text{Bahan} \\ & \text{Baku Pendukung} + \text{Katalis}) \\ & = (\text{Rp. } 3.268) - (\text{Rp. } 1.102 + 180 + \text{Rp. } 10.829) \\ & = \text{Rp. } -8.843 \end{aligned} $			

Berdasarkan hasil analisa ekonomi awal pada Tabel 1.14 Maka persentase keuntungan diperoleh berikut:

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Keuntungan} &= \frac{\text{Rp. } -8.843}{\text{Rp. } 12.111} \\
 &= -0,73\%
 \end{aligned}$$

Maka persentase keuntungan produksi *Propylene Glycol* yang didapat dari proses Hidrolisis *Propylene Oxide* Dengan Gliserol -0,73%

Dari proses-proses yang telah di uraikan, dapat dibuat perbandingan untuk setiap proses. Perbandingan ini bertujuan untuk mengetahui kelebihan dan

kekurangan dari setiap proses. Perbandingan setiap proses dapat dilihat pada Tabel 1.16.

Tabel 1.16 Perbandingan Proses Pembuatan *Propylene Glycol*

Kriteria	Hidrolisis <i>Propylene oxide</i> dengan katalis asam	Hidrolisis <i>Propylene oxide</i> dengan katalis basa	Hidrolisis Gliserol
Tekanan (atm)	1 - 13,61	1	54,44
Suhu (°C)	50 – 150	70	235
Katalis	Asam (H ₂ SO ₄ , C ₂ H ₄ O ₂)	Basa (NaHCO ₃ , Mo)	Campuran Cu dan Zn
Fase reaksi	Cair-cair	Cair-cair	Cair-padat
Jenis Katalis	Cair	Cair	Padat
Reaktor	CSTR	CSTR	Fixed Bed
Konversi (%)	92	70	90
Waktu reaksi (jam)	0,5	1 – 2	0,75-1,5
Kekurangan	<ul style="list-style-type: none"> - Katalis asam sebaiknya dihilangkan dahulu sebelum masuk menara distilasi untuk mencegah korosi. - Suhu harus di jaga agar fase reaksi tetap cair-cair. 	<ul style="list-style-type: none"> - Katalis basa dapat menghasilkan isomer diglikol yang tidak diinginkan. - Basa kuat membutuhkan pengolahan yang signifikan. - Konversi produk rendah. 	<ul style="list-style-type: none"> - Katalis yang digunakan cukup mahal. - Tekanan dan temperatur tinggi. - Biaya produksi lebih mahal.

Kriteria	Hidrolisis <i>Propylene oxide</i> dengan katalis asam	Hidrolisis <i>Propylene oxide</i> dengan katalis basa	Hidrolisis Gliserol
Kelebihan	<ul style="list-style-type: none"> - Kecepatan reaksi meningkat sehingga waktu reaksi berjalan cepat. - Tekanan dan temperatur operasi rendah. - Konversi tinggi. 	<ul style="list-style-type: none"> - Kecepatan reaksi meningkat - Sehingga waktu reaksi berjalan cepat. 	<ul style="list-style-type: none"> - Bahan baku (gliserol) mudah diperoleh. - Waktu reaksi berjalan cepat.
Ekonomi Awal	Rp. 955,2	Rp. 726	Rp. -8.843
	0,65%	0,28%	-0,73%

Dengan melihat kedua macam proses diatas maka dalam perancangan pabrik *Propylene Glycol* dipilih dengan katalis asam sulfat. Dengan pertimbangan sebagai berikut: a

- Konversi yang tinggi yaitu mencapai 99,82%.
- Menggunakan peralatan yang sedikit dan proses yang sederhana.
- Kecepatan reaksi meningkat sehingga waktu reaksi berjalan cepat.
- Tekanan dan temperatur operasi rendah.
- Ketersedian bahan katalis yang mudah ditemukan
- Katalis asam sulfat adalah asam kuat dengan harga yang rendah.
- Biaya yang dibutuhkan lebih murah dimana biaya yang dimaksud mencakup biaya pengolahan bahan baku dan biaya oprasional.

1.7 Penentuan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam perancangan suatu pabrik. Hal ini dikarenakan lokasi pabrik sangat mempengaruhi dan menentukan keberhasilan serta kelangsungan hidup suatu pabrik. Pemilihan lokasi yang tepat, ekonomis dan menguntungkan dipengaruhi oleh banyak faktor, sehingga sebelum pabrik didirikan perlu dilakukan

pertimbangan-pertimbangan. Berdasarkan beberapa pertimbangan maka pabrik *Propylene Glycol* ini direncanakan akan didirikan di Jl. Patimura 205, Kabil, Kecamatan Sagulung, Kota Batam, Kepulauan Riau. Peta lokasi dapat dilihat pada Gambar 1.9.



Gambar.1.9 Lokasi Pendirian Pabrik

Pertimbangan-pertimbangan pemilihan lokasi pabrik dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti, penyediaan bahan baku, pemasaran, utilitas, tenaga kerja dan transportasi.

1. Penyediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan produksi pabrik sehingga penyediaan bahan baku sangat di prioritaskan. Bahan baku utama pembuatan *Propylene Glycol*, berupa *Propylene oxide* diimpor dari *Shell Chemicals Seraya Pte Ltd* dengan kapasitas 250.000 Ton/Tahun yang berada di *Jurong Island*, Singapura. Pada penggunaan air diperoleh dari sungai Pelungut, Kabupaten Sagulung, Batam. Pada pabrik *propylene glycol* ini juga menggunakan katalis cair yaitu asam sulfat diperoleh dari PT. Petrokimia Gersik dengan kapasitas 1.170.000 Ton/Tahun di Jl Jendral Ahmad Yani, Kebomas, Gersik, Indonesia.

2. Pemasaran

Orientasi pemasaran ditujukan pada pemenuhan kebutuhan *Propylene Glycol* dalam negeri dan untuk ekspor. Daerah pemasaran sebagian besar berada di luar daerah Batam sehingga harus ditempuh terutama lewat jalur laut. Hal ini tidak menjadi masalah karena *Propylene Glycol* adalah bahan baku yang sangat

dibutuhkan bagi banyak industri terutama di Pulau Jawa yang selama ini penyediaannya sangat tergantung pada impor. Adapun kegunaan *Propylene Glycol* dalam dunia industri cukup luas yaitu sebagai obat-obatan, dalam industri kosmetik sebagai pelembab, dan juga berguna dalam industri farmasi untuk formula obat.

3. Utilitas

Hal lain yang mendukung pemilihan pabrik di daerah Batam ini adalah dekat dengan sumber air. Untuk kebutuhan air pendingin, pemadam kebakaran dan air sanitasi dapat diperoleh dari Sungai Pelunggut, Kabupaten Sagulung dengan debit 59.700 m³/detik yang diolah atau diproses pada pabrik di unit utilitas. Perlu diperhatikan sarana-sarana pendukung seperti tersedianya listrik dan sarana pendukung lainnya. Untuk kebutuhan listrik dapat dipenuhi dengan adanya jaringan PLN dan generator. Sedang kebutuhan air dapat dipenuhi oleh pihak pengelola kawasan industri.

4. Tenaga Kerja

Batam merupakan daerah yang tingkat kepadatan penduduk tinggi sehingga dapat menjamin penyediaan tenaga kerja dengan lembaga pendidikan formal maupun non formal yang cukup dan dapat membantu dalam penyediaan lapangan pekerjaan.

5. Transportasi

Transportasi sangat penting bagi suatu industri. Didaerah Batam tersedia sarana transportasi yang cukup memadai, baik darat maupun laut, untuk keperluan transportasi import dan ekspor sehingga memudahkan pengangkutan bahan baku, bahan pembantu dan produk.