

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan industri terkhususnya di Indonesia mengalami peningkatan pada industri produk kimia, industri makanan, industri kosmetik, farmasi, dan industri energi yang terbarukan. Saat ini energi yang terbarukan salah satunya yaitu biodiesel, dimana suatu bahan bakar alternatif dari hasil melalui transesterifikasi alkohol dan minyak nabati maupun lemak hewani. Terdapat produk samping biodiesel dari reaksi transesterifikasi adalah gliserol yang mengandung senyawa alkohol dengan gugus hidroksil atau 1,2,3,-propanetriol. Seiring dengan meningkatnya produksi biodiesel akan terjadinya kelebihan produk samping gliserol yang dapat menyebabkan penurunan harga pasar dari gliserol. Maka dari itu, gliserol dapat dijadikan sebagai bahan aditif di industri makanan, kosmetik, maupun farmasi. Salah satunya yaitu pembuatan propilen glikol yang diharapkan dapat menghasilkan produk dengan nilai tambah yang lebih tinggi.

Propilen glikol (1,2-propanediol) merupakan bahan berbentuk cairan jernih, tidak berwarna, mempunyai sedikit bau, tekanan uap yang rendah, dan rasa pahit manis. Propilen glikol termasuk salah satu bahan kimia yang digunakan untuk bahan baku maupun bahan pembantu dalam beberapa industri. Dimana penggunaannya sebagai pelarut dalam industri farmasi, pelembut dalam industri kosmetik, menjadi katalis pada proses penyederhanaan persenyawaan sitrus dan emulsi perasa lainnya, serta dapat menghilangkan *excess air* sebagai absorber. Adapun kegunaan lain dari propilen glikol yaitu digunakan untuk pendingin automobile dan truck bermesin diesel (Idzati et al., 2020).

Menurut berita (CCNIndonesia, 2022) untuk kebutuhan propilen glikol di Indonesia masih impor dari negara China, India, dan Vietnam. Tetapi, untuk saat ini Indonesia belum ada pabrik yang menghasilkan propilen glikol untuk kebutuhan dalam negeri.

1.2. Kapasitas Rancangan

Untuk menentukan kapasitas produksi yang layak, terdapat beberapa faktor yaitu:

- a. Mengurangi kebutuhan impor sehingga, dapat memenuhi kebutuhan di dalam negeri.
- b. Bahan baku tersedia di dalam negeri.
- c. Kapasitas komersial pabrik dapat dilakukannya ekspor.

1.2.1. Kebutuhan Propilen Glikol di Indonesia

Indonesia mengalami peningkatan dalam kebutuhan propilen glikol. Tetapi, kurang tersedianya pabrik yang menghasilkan propilen glikol di dalam negeri.

Mendapatkan propilen glikol masih dilakukannya dengan impor dari negara China, Jepang, Korea, India, dan Inggris.

1.2.2. Aspek Bahan Baku

Dalam pembuatan pabrik propilen glikol terdapat bahan baku yang digunakan adalah gliserol. Gliserol merupakan produk samping dari industri biodiesel, dimana saat ini Indonesia memiliki industri tersebut yang menghasilkan gliserol. Dapat dilihat pada Tabel 1.1. pabrik produksi gliserol di Indonesia.

Tabel 1. 1 Pabrik Produksi Gliserol (Idzati et al., 2020)

Nama	Daerah	Kapasitas (ton/tahun)
PT. Alpha Global Cynergy	Banten	952,4
PT. Indo Biofuel Energy	Cilegon	5473,5
PT. Darmex Biofuel	Bekasi	22806
PT. Sumi Asih	Bekasi	9122,6
PT. Energi Baharu Lestari	Gresik	9122,6
PT. Wilmar Nabati Indonesia	Gresik	132183,9
PT. Batara Elok Semesta Terpadu	Gresik	22806
PT. Anugrrahinti Gemanusa	Gresik	12771,4
PT. Sinarmas Bio Energy	Kalimantan	34961,9
Total		250200,4

1.2.3. Perkiraan Kebutuhan Propilen Glikol

Kebutuhan propilen glikol di Indonesia terus meningkat seiring waktu. Pada saat ini, kebutuhan tersebut dipenuhi melalui impor dari negara China, Jepang, Korea, India, dan Inggris. Ketergantungan pada impor terjadi karena belum tersedianya pabrik propilen glikol di Indonesia yang mampu memenuhi permintaan domestik.

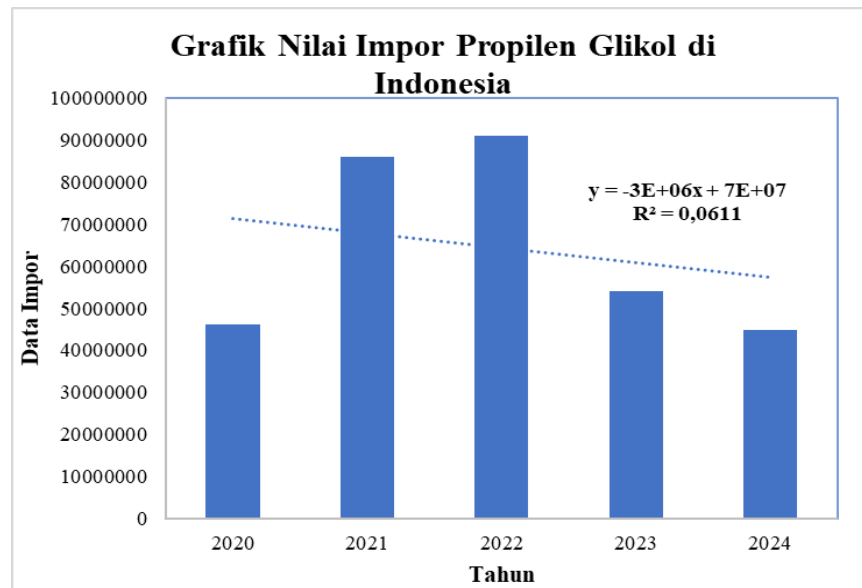
Menurut Badan Pusat Statistik (2024), perkembangan aktivitas ekspor-impor propilen glikol di Indonesia selama periode 2020–2024 dapat dilihat dalam Tabel 1.2. data impor dan ekspor Propilen Glikol di Indonesia dan pertumbuhannya :

Tabel 1. 2 Data Impor Ekspor Propilen Glikol di Indonesia dan Pertumbuhannya

Tahun	Impor
2020	46.264.803
2021	86.085.724
2022	90.943.045
2023	54.106.896
2024	44.799.141

Dari data Tabel 1.2. didapatkan persamaan regresi linier: $y = mc + c$. Pada persamaan tersebut dapat dilihat pada Gambar 1 grafik nilai impor propilen glikol

di Indonesia. Dengan keterangan : y = Jumlah Kebutuhan propilen glikol dalam ton/tahun; x = Tahun ke-n.



Gambar 1. 1 Grafik Nilai Impor Propilen Glikol di Indonesia

Pada gambar 1.1. grafik nilai impor propilen glikol di Indonesia, diperoleh hasil nilai R^2 pada data impor propilen glikol kurang dari 0,9 yang menunjukkan bahwa metode regresi linier tidak cocok untuk memprediksi kapasitas pabrik yang akan didirikan. Oleh karena itu, metode yang akan digunakan untuk memperkirakan data pembangunan pabrik propilen glikol pada tahun 2028 adalah metode *discounted*. Metode ini memungkinkan untuk perhitungan yang lebih akurat dengan mempertimbangkan faktor waktu dan nilai investasi terkait proyek pembangunan pabrik.

1.2.4. Perhitungan Kapasitas Produksi

Dalam menentukan kapasitas produksi pabrik propilen glikol, perhitungan dilakukan menggunakan metode *discounted*. Metode ini didasarkan pada data impor dan ekspor untuk mengidentifikasi tingkat pertumbuhan rata-rata konsumsi propilen glikol setiap tahun.

Perhitungan prediksi impor dan ekspor propilen glikol pada tahun 2030 menggunakan rumus tertentu yang memanfaatkan data historis. Rumus ini memperhitungkan tingkat pertumbuhan tahunan berdasarkan pola data sebelumnya untuk memberikan proyeksi yang akurat. Langkah ini bertujuan untuk merencanakan kapasitas pabrik agar mampu memenuhi kebutuhan pasar di masa depan secara optimal. Dari data diatas, dapat dihitung perkiraan impor dan ekspor propilen glikol pada tahun 2028 adalah menggunakan rumus sebagai berikut :

$$M = P X (1 + i)^n$$

Keterangan :

M = Jumlah produk pada akhir tahun

P = Jumlah produk pada tahun 2024

I = Pertumbuhan rata-rata impor per tahun

n = Selisih tahun yang diperhitungkan (5 tahun)

Perhitungan kapasitas produksi pabrik propilen glikol sebagai berikut :

1. Perhitungan perkiraan nilai impor pada tahun 2030

$$M_{2030} = P X (1 + i)^n$$

$$M_{2030} = 44799141 \times (1 + 0,085017495)^5$$

$$M_{2030} = 67.367.959 \text{ Ton/Tahun}$$

Kapasitas produksi pabrik baru pada tahun 2028 :

$$= 0,25\% \times 67367959 \text{ Ton/Tahun}$$

$$= 168.419,9 \text{ Ton/Tahun} \approx 168.000 \text{ Ton/Tahun}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, pabrik propilen glikol direncanakan mulai beroperasi pada tahun 2030 dengan kapasitas produksi sebesar 0,25% dari kebutuhan total di Indonesia. Kapasitas produksi sebesar 168.000 ton per tahun dipilih dengan pertimbangan berikut:

- a. Berkontribusi dalam memenuhi kebutuhan propilen glikol domestik, yang diperkirakan mencapai 168.000 ton per tahun pada tahun 2030 dan terus meningkat setiap tahun.
- b. Mengurangi ketergantungan terhadap impor, sehingga kebutuhan propilen glikol tidak lagi bergantung pada pasokan dari negara lain.
- c. Menawarkan keuntungan ekonomi karena kapasitas yang dirancang melampaui kapasitas minimum pabrik-pabrik yang sudah ada.

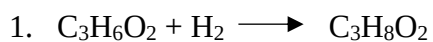
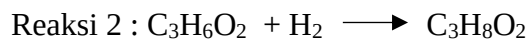
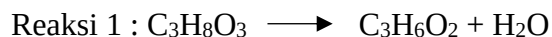
1.2.5. Kapasitas Komersial Pabrik yang Sudah Berdiri

Tabel 1. 3 Kapasitas Komersial Pabrik yang Sudah Berdiri (United Nations, 2025)

No	Nama Industri	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)
1.	Lyondellbasel	Belanda	410.000
2.	Arco Chemical Company	Amerika Serikat	375.000
3.	Dow Chemical	Amerika Serikat	250.000
4.	Dow Chemical	Thailand	150.000
5.	Archer Daniels Miland Company	Amerika Serikat	100.000
6.	Nihon Oxirane	Jepang	90.000
7.	Arow Chemical Group	China	80.000
8.	Qingdao Shida Chemical	China	80.000
9.	Eastmen Chemical	Amerika Serikat	72.000
10.	Hunstman Corporation	Amerika Serikat	66.000
11.	SKC Chemical	Korea	65.000
12.	Haike Chemicall	China	60.000
13.	Asagi Glass	Jepang	42.000
14.	Manali Petrochemical	India	20.000

1.2.6. Ketersediaan Bahan Baku

Dalam pembuatan propilen glikol bahan bakunya adalah gliserol dan air. Dengan kapasitas 168.000 Ton/Tahun, maka kebutuhan bahan baku ditentukan menggunakan perhitungan stokiometri :



Berikut adalah perhitungan kebutuhan $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ dan H_2 . Menurut (Victor & Candido, 2013) secara teoritis konversi acetol menjadi propilen glikol adalah sebesar 95%.

$$\text{Mol propilen glikol} = \frac{168.000}{76}$$

$$\text{Mol propilen glikol} = 2.210,5263$$

	$C_3H_6O_2$	$+ H_2$	$C_3H_8O_2$
Mula-mula	2.326,8697	2.210,5263	-
Reaksi	2.210,5263	2.210,5263	2.210,5263
Sisa	116,3434	0,00	2.210,5263

- Kebutuhan $C_3H_6O_2$ = $2326,8697 \text{ ton mol} \times 74 \text{ gr/mol}$
= $172.188,358 \text{ ton/tahun}$
- $C_3H_6O_2$ bereaksi = $2326,8697 \text{ ton mol} \times 74 \text{ gr/mol}$
= $172.188,358 \text{ ton/tahun}$
- Sisa Reaktan $C_3H_6O_2$ = $116,3434 \text{ ton mol} \times 76 \text{ gr/mol}$
= $8.842,0984 \text{ ton/tahun}$
- Kebutuhan H_2 = $2.210,1053 \text{ ton mol} \times 2 \text{ gr/mol}$
= $4.420,2106 \text{ ton/tahun}$
- Produk $C_3H_8O_2$ = $2.210,1053 \text{ ton mol} \times 76 \text{ gr/mol}$
= $168.000 \text{ ton/tahun}$



Berikut merupakan perhitungan kebutuhan $C_3H_8O_3$ dan H_2O . Menurut (Victor & Candido, 2013) secara teoritis konversi acetol menjadi propilen glikol sebesar 70%.

Kebutuhan $C_3H_6O_2$ = $172.188,358 \text{ ton/tahun}$

$$\text{Mol } C_3H_6O_2 = \frac{172.188,358}{74} \text{ ton mol/tahun}$$

$$= 2.326,8697 \text{ ton mol/tahun}$$

	$C_3H_8O_3$	$\longrightarrow C_3H_6O_2$	$+ H_2O$
Mula-mula	3.324,0831	-	-
Reaksi	2.326,8697	2.326,8697	2.326,8697
Sisa	997,2298	2.326,869	2.326,869

- Kebutuhan $C_3H_8O_3$ = $3.324,0831 \text{ ton mol} \times 92 \text{ gr/mol}$
= $305.815,645 \text{ ton/tahun}$
- $C_3H_8O_3$ bereaksi = $2.326,8697 \text{ ton mol} \times 92 \text{ gr/mol}$
= $214.072,012 \text{ ton/tahun}$
- Sisa Reaktan $C_3H_8O_3$ = $997,2298 \text{ ton mol} \times 92 \text{ gr/mol}$
= $91.745,1416 \text{ ton/tahun}$
- Produk $C_3H_6O_2$ = $2.326,869 \text{ ton mol} \times 74 \text{ gr/mol}$
= $172.188,306 \text{ ton/tahun}$

- Produk H_2O $= 2.326,869 \text{ ton mol} \times 18 \text{ gr/mol}$
 $= 41.883,642 \text{ ton/tahun}$

1.3. Penentuan Lokasi Pabrik



Gambar 1. 2 Peta Lokasi Pabrik Propilen Glikol

Penentuan lokasi pabrik menjadi aspek krusial dalam proses perancangan industri. Lokasi yang strategis akan berpengaruh terhadap daya saing serta keberlangsungan operasional pabrik. Pemilihan lokasi yang optimal dapat memberikan manfaat signifikan, baik dari sisi teknis maupun ekonomi. Beberapa kota yang dipertimbangkan sebagai lokasi potensial untuk pendirian pabrik propilen glikol adalah Gresik dan Dumai. Berikut adalah tabel perbandingan lokasi yang telah dianalisis.

Tabel 1. 4 Perbandingan Lokasi Pabrik

Parameter	Lokasi	
	Kawasan Industri Gresik	Kawasan Industri Dumai
Fasilitas Transportasi	Dekat dengan Pelabuhan Tanjung Perak di Surabaya, salah satu pelabuhan tersibuk di Indonesia, yang memudahkan distribusi produk baik di dalam negeri maupun untuk ekspor.	Dumai memiliki pelabuhan internasional yang khusus menangani produk petrokimia dan bahan industri, sehingga sangat mendukung kegiatan ekspor. Dumai berperan strategis sebagai pintu gerbang untuk ekspor ke negara-negara tetangga (misalnya Singapura dan Malaysia).
Fasilitas Utilitas	Kawasan industri di Gresik umumnya telah memiliki infrastruktur utilitas yang mapan, didukung oleh jaringan listrik, pasokan air yang stabil, dan akses gas industri.	Kawasan industri di Dumai umumnya telah memiliki infrastruktur utilitas yang mapan, didukung oleh jaringan listrik, pasokan air yang stabil, dan akses gas industri.
Bahan Baku	Bahan baku tersedia, gliserol diperoleh dari PT. Wilmar Nabati Indonesia di Gresik sedangkan hidrogen diperoleh dari PT. Samator Gresik yang berlokasi di kawasan industri gresik (KIG).	Bahan baku tersedia, gliserol diperoleh dari PT. Wilmar Bioenergi Indonesia dan PT. Wilmar Nabati Indonesia sedangkan hidrogen diperoleh dari PT. Pertamina RU II (Dumai)

Daerah Pemasaran	Propilen glikol yang diproduksi memiliki beragam aplikasi, terutama sebagai bahan baku dalam industri kosmetik dan farmasi. Contohnya, PT. Paragon Technology and Innovation di Surabaya memanfaatkan dalam produk kosmetik, sementara PT. Kimia Farma di Kawasan Industri Gresik menggunakannya dalam sektor farmasi. Dari segi distribusi, produk ini dapat dikirim ke pasar internasional melalui Pelabuhan Manyar, yang memiliki akses global. Sebaliknya, Pelabuhan Dumai, yang memiliki Tanjung Perak saat ini belum melayani pelayaran internasional.	Propilen glikol yang dihasilkan memiliki berbagai kegunaan, terutama sebagai bahan baku dalam industri kosmetik dan farmasi. Misalnya, PT. Maklon Kosmetik Riau menggunakannya dalam produk kosmetik, sedangkan PT. Kalbe Farma Dumai dan PT. Kimia Farma Dumai memanfaatkan dalam sektor farmasi. Dari segi distribusi, produk ini dapat dikirim ke pasar internasional melalui Pelabuhan Internasional Dumai, yang memiliki akses ke mancanegara.
Peraturan Pemerintah	Regulasi sudah diatur dalam peraturan daerah. Mendukung dan menguntungkan.	Regulasi sudah diatur dalam peraturan daerah. Mendukung dan menguntungkan.

Untuk menentukan lokasi pabrik, maka perlu diketahui beberapa hal seperti sifat proses produksi sodium methyllate, salah satunya yaitu menentukan apakah pabrik termasuk dalam kategori *weight loss* atau *weight gain*.

- *Weight loss*

Pabrik jenis *weight loss* adalah pabrik yang menghasilkan produk dengan bobot lebih ringan dibandingkan bahan bakunya. Oleh karena itu, lokasi pabrik sebaiknya berada dekat dengan sumber bahan baku guna mengurangi biaya transportasi. Dalam skripsi ini, bahan baku yang digunakan, yaitu gliserol dan hidrogen, memiliki bobot molekul masing-masing 92,09 g/mol dan 2 g/mol, yang lebih besar dibandingkan produk akhir berupa propilen glikol dengan bobot molekul 76 g/mol.

- *Weight Gain*

Pabrik jenis *weight gain* merupakan kebalikan dari konsep *weight loss*, di mana produk yang dihasilkan memiliki bobot lebih besar dibandingkan dengan bahan bakunya. Oleh karena itu, pabrik dengan jenis ini umumnya ditempatkan di dekat pasar industri atau konsumen untuk mengurangi biaya operasional, terutama dalam hal distribusi dan transportasi produk akhir.

1.3.1. Faktor Primer

a. Bahan Baku

Ketersediaan bahan baku menjadi salah satu faktor utama dalam menentukan lokasi pabrik. Gliserol, yang merupakan bahan baku utama dalam produksi propilen glikol, tersedia di dalam negeri. Oleh karena itu, lokasi pabrik sebaiknya berada dekat dengan sumber bahan baku untuk menekan biaya transportasi. Bahan baku gliserol untuk pabrik propilen glikol diperoleh dari PT. Wilmar Bioenergi Indonesia dan PT. Wilmar Nabati Indonesia yang berlokasi di Dumai, Riau, sedangkan hidrogen dipasok oleh PT. Pertamina RU II Dumai yang juga berada di wilayah yang sama.

b. Pemasaran Produk

Lokasi pemasaran memiliki peran penting dalam menentukan minat konsumen serta efisiensi biaya transportasi produk. Oleh karena itu, pemilihan lokasi pabrik yang dekat dengan pasar menjadi faktor strategis agar konsumen dapat lebih mudah mengakses produk. Selain itu, kedekatan pabrik dengan industri yang menggunakan propilen glikol sebagai bahan baku, seperti PT. Maklon Kosmetik Riau, PT. Kalbe Farma Dumai, dan PT. Kimia Farma Dumai, turut mendukung efisiensi distribusi. Selain diaplikasikan dalam industri tersebut, propilen glikol juga digunakan dalam pembuatan poliester resin, cat, dan

deterjen. Selain itu, keberadaan Pelabuhan Internasional Dumai mendukung kelancaran ekspor produk ke pasar global.

c. Tenaga Kerja

Penentuan lokasi pabrik juga harus mempertimbangkan ketersediaan serta kemudahan dalam memperoleh tenaga kerja. Kebutuhan tenaga kerja untuk pabrik propilen glikol dapat dipenuhi oleh penduduk lokal di Kota Dumai serta melalui proses open recruitment. Dengan jumlah penduduk mencapai 270.203.917 jiwa, Kota Dumai memiliki potensi sumber daya manusia yang cukup besar untuk mendukung operasional pabrik

d. Fasilitas Transportasi

Keberhasilan suatu pabrik kimia sangat bergantung pada ketersediaan sarana transportasi yang memadai. Salah satu faktor utama adalah akses jalan yang luas dan nyaman untuk mendukung distribusi bahan baku serta produk. Kawasan Industri Dumai memiliki jalan dengan lebar 2,7 meter, sehingga dapat dilalui oleh berbagai jenis kendaraan darat guna menunjang kelancaran logistik. Selain itu, pemasaran produk propilen glikol, baik untuk pasar domestik maupun internasional, dapat dilakukan melalui Pelabuhan Internasional Dumai, yang berperan penting dalam mendukung ekspor ke mancanegara.

e. Kebutuhan Utilitas

Sarana utilitas yang memadai sangat penting untuk memastikan kelancaran proses produksi dalam suatu pabrik. Utilitas utama yang dibutuhkan meliputi penyediaan air, bahan bakar, dan listrik. Oleh karena itu, lokasi pabrik harus memiliki akses yang mudah dijangkau guna mempermudah distribusi bahan baku serta pengiriman produk. Kawasan Industri Dumai mendukung kebutuhan industri dengan suplai air baku sebesar 900 m³/jam serta fasilitas pengolahan air limbah berkapasitas 300 m³/jam. Selain itu, kawasan ini juga mendapatkan pasokan gas bumi dari Perusahaan Gas Nasional (PGN) dengan kapasitas 145.000 MMBUTD, yang berperan penting dalam menunjang operasional pabrik.

1.3.2. Faktor Spesifik

a. Kebijakan Pemerintah

Kebijakan yang dikeluarkan oleh pemerintah daerah berperan penting dalam mendukung kelangsungan operasional suatu pabrik. Kota Dumai telah ditetapkan sebagai kawasan industri oleh pemerintah, sehingga memiliki

regulasi yang mendukung pengembangan sektor industri. Selain itu, adanya akses dan fasilitas yang diberikan oleh pemerintah daerah kepada investor dan pelaku industri memberikan keuntungan signifikan dalam mendirikan serta mengoperasikan pabrik secara efisien.

b. Kondisi Tanah dan Daerah

Karakteristik lokasi mencakup faktor-faktor seperti iklim, musim, potensi gempa, dan perubahan cuaca yang dapat memengaruhi operasional pabrik. Kota Dumai, Riau, memiliki iklim tropis basah dengan suhu udara rata-rata berkisar antara 25–35°C. Berdasarkan data curah hujan dari tahun 1987 hingga 2006, periode hujan tertinggi terjadi pada bulan September hingga Maret. Kondisi ini perlu diperhitungkan dalam perencanaan pembangunan dan operasional pabrik untuk memastikan ketahanan infrastruktur serta kelancaran produksi.

c. Sarana Penunjang Lain

Keberadaan sarana penunjang di sekitar lokasi pabrik sangat penting untuk mendukung kesejahteraan dan kualitas hidup masyarakat serta tenaga kerja. Fasilitas seperti sarana pendidikan, tempat ibadah, perumahan, layanan kesehatan, fasilitas olahraga, serta pusat hiburan harus tersedia guna menciptakan lingkungan yang nyaman dan produktif. Kehadiran infrastruktur ini tidak hanya meningkatkan kesejahteraan pekerja, tetapi juga berkontribusi pada perkembangan sosial dan ekonomi di wilayah sekitar pabrik.

d. Perluasan Pabrik

Pemilihan lokasi dengan ketersediaan lahan yang luas merupakan faktor strategis untuk mendukung kemungkinan ekspansi pabrik di masa depan. Dengan lahan yang masih tersedia, pengembangan fasilitas produksi dapat dilakukan tanpa kendala signifikan, memungkinkan peningkatan kapasitas operasional seiring dengan pertumbuhan permintaan dan perkembangan industri.

1.4. Tinjauan Proses

Propilen glikol ($C_3H_8O_2$) dengan nama komersial industri *Propylene* biasa diketahui *1,2-propylene glycol*, *1,2-dihidroksi propana*, *1,2-propnediol*, *methylene glycol*, dan *methyl glycol*. Kemudian, bentuk propilen glikol berupa cairan yang tidak berwarna. Pada pembuatan propilen glikol dapat terbuat dari sorbitol, propilen oksida, asam laktat, dan gliserol (Kirk, 2003).

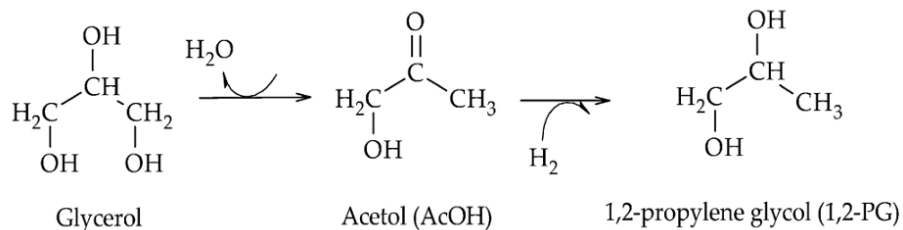
Dipilihnya pembuatan propilen glikol dari bahan baku gliserol, karena tersedianya bahan baku tersebut di Indonesia. Maka dari itu, dengan menggunakan bahan baku gliserol dapat lebih mandiri dalam pasokan bahan baku lokal dan terdapat keunggulan menggunakan gliserol mentha dari proses biodiesel dapat menghasilkan propilen glikol mencapai 93%.

1.5. Macam-Macam Proses Produksi Propilen Glikol dari Gliserol

Propilen glikol diproduksi dengan bahan baku gliserol menggunakan metode hidrogenolisis, yang merupakan dipecahnya senyawa organik dengan hidrogen menggunakan bantuan katalis pada kondisi reaksi tertentu. Kemudian penambahan atom hidrogen dan pemutusan satu atom oksigen yang akan membentuk senyawa H_2O . Menurut Gatti et al., (2023) terdapat 3 mekanisme proses hidrogenolisis yaitu:

1.5.1. Proses Dehidrasi-Hidrogenasi

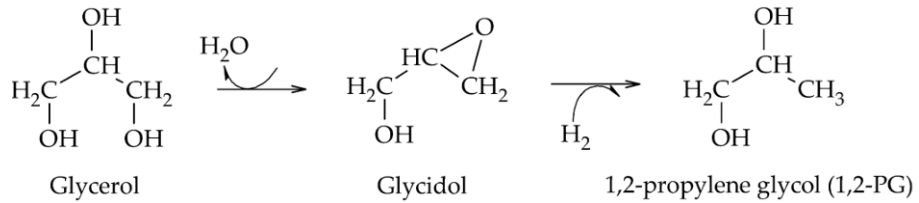
Pada proses dehidrasi, gliserol dalam keadaan asam diubah menjadi acetol (produk *intermediet*) dengan memecahkan molekul air. Selanjutnya akan diproses hidrogenasi dibantu dengan katalis Ru/C untuk menghasilkan propilen glikol. Dapat dilihat proses mekanisme dehidrasi-hidrogenasi pembentukan propilen Glikol pada Gambar 1.3.



Gambar 1. 3 Proses Dehidrasi-Hidrogenisasi Pembentukan Propilen Glikol

1.5.2. Proses Esterifikasi-Hidrogenasi

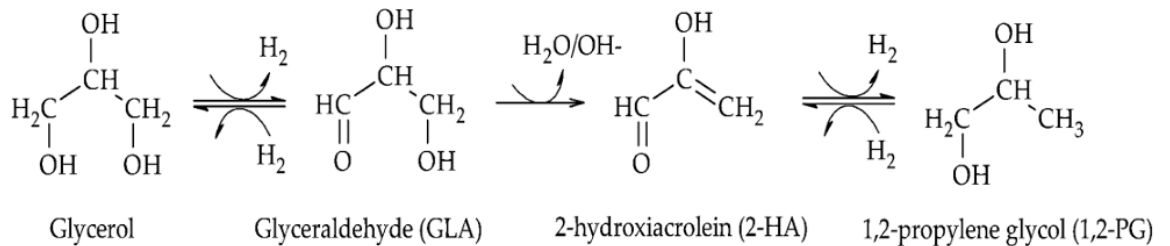
Pada proses esterifikasi-hidrogenasi, gliserol diubah menjadi glicidol (produk *intermediet*) kemudian akan diproses hidrogenasi dibantu dengan katalis Cu-ZnO. Selanjutnya, keterikatan pada permukaan katalis kemudian terjadinya penambahan hidrogen (H_2) glicidol yang teradsorpsi sehingga menghasilkan propilen glikol. Dapat dilihat proses mekanisme esterifikasi-hidrogenasi pembentukan propilen glikol pada 1.4.



Gambar 1. 4 Proses Esterifikasi-Hidrogenasi Pembentukan Propilen Glikol

1.5.3. Proses Dehidrogenasi-Dehidrasi-Hidrogenasi

Pada proses dehidrogenasi gliserol dalam kondisi basa diubah menjadi *glyceraldehyde*, kemudian akan diproses dengan dehidrasi dimana, *glyceraldehyde* diubah menjadi *hydroxyacrolein* dengan menghilangkan satu gugus hidroksil (OH^-) pada *glyceraldehyde*. Terjadinya reaksi hidrogenasi pada *hydroxyacrolein* yang menghasilkan propilen glikol dengan katalis Ru, Pt, Rh yang mereduksi ikatan ganda dengan penambahan atom hidrogen (H_2). Dapat dilihat proses mekanisme dehidrogenasi-dehidrasi-hidrogenasi pembentukan propilen glikol pada Gambar 1.5.



Gambar 1. 5 Proses Dehidrogenasi-Dehidrasi-Hidrogenasi Pembentukan Propilen Glikol (Gatti et al.,2023)

1.6. Pemilihan Proses Produksi Propilen Glikol dari Gliserol

Pada pembentukan propilen glikol menggunakan gliserol dengan metode hidrogenolisis. Dimana adanya perbandingan pada proses mekanismenya, dapat dilihat pada Tabel 1.3 merupakan tabel perbandingan proses pembentukan propilen glikol.

Tabel 1. 5 Perbandingan Proses Pembentukan Propilen Glikol

Parameter	Proses Dehidrasi-Hidrogenasi	Proses Esterifikasi-Hidrogenasi	Proses Dehidrogenasi-Dehidrasi-Hidrogenasi
Katalis	Ru/C; Pt/C	Cu-ZnO	Ru, Pt, Rh
Kondisi Operasi	T = 250-400°C P = 49 atm	T = 230-380°C P = 45 atm	T = 250-420°C P = 78 atm
Konversi	93-96%	70-85%	89-92%
Waktu Reaksi	1 – 3 jam	1 - 5 jam	0.5 – 2 jam
Reaktor	<i>Fluidized Bed</i>	CSTR	<i>Fixed Bed</i>
Kelebihan	- Menghasilkan produk samping yang mudah dipisahkan dan dimurnikan - Hasil propilen glikol yang tinggi	- Menggunakan katalis yang lebih murah - Proses yang sederhana - Limbah sedikit	- Proses yang dapat digunakan untuk senyawa organik seperti alkena,, alkuna, dan aromatik - Efisiensi konversi tinggi

1.7. Kegunaan Produk

Propylene glycol merupakan zat cair sintetis yang memiliki berbagai aplikasi dalam kehidupan sehari-hari dan di berbagai sektor industri. Di bidang kosmetik dan perawatan pribadi, zat ini sering digunakan sebagai humektan, pelarut, dan emolien untuk menjaga kelembapan kulit serta meningkatkan penyerapan bahan aktif dalam produk seperti losion, krim, dan sampo, sehingga menghasilkan tekstur kulit yang lebih halus dan mencegah penuaan dini. Dalam industri farmasi, propylene glycol berfungsi sebagai pelarut dan bahan pembawa, memudahkan pencampuran dan stabilisasi zat aktif dalam sediaan obat seperti injeksi, salep, dan krim, yang membantu dalam penyampaian dosis obat secara merata.

Di sektor makanan, zat ini diakui sebagai aditif yang aman dan berperan sebagai anti-caking, antioksidan, emulsifier, serta penguat adonan untuk memperbaiki tekstur, rasa, dan umur simpan produk makanan. Selain itu, propylene glycol juga digunakan dalam industri kimia sebagai pelarut, pengental, dan media perpindahan panas, yang mendukung produksi resin, cat, tinta, dan plastik, serta berperan sebagai cairan pendingin

dan agen anti-es pada aplikasi seperti radiator dan sistem deicing di pesawat. Di bidang elektronik, zat ini dimanfaatkan dalam penciptaan atmosfer pereduksi dengan mencampurnya bersama gas inert, yang penting untuk pembuatan lapisan semikonduktor pada sirkuit, serta dalam aplikasi teknologi lainnya. Meskipun memiliki berbagai manfaat, penggunaan propylene glycol harus diatur dengan cermat, karena dosis dan paparan yang tidak tepat dapat menimbulkan efek samping seperti iritasi kulit atau reaksi alergi pada individu yang sensitif.