

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beberapa sektor yang mengalami perkembangan pesat meliputi industri makanan dan minuman, farmasi, produk kimia, kosmetik, serta energi terbarukan. Perkembangan ini tidak hanya mendorong pertumbuhan ekonomi nasional, tetapi juga menciptakan peluang bagi pemanfaatan sumber daya lokal dan pengembangan teknologi baru yang lebih berkelanjutan.

Salah satu bentuk energi terbarukan yang tengah dikembangkan secara intensif adalah biodiesel. Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan, diproduksi melalui reaksi transesterifikasi antara minyak nabati atau lemak hewani dengan alkohol. Dalam proses produksi biodiesel ini, menghasilkan produk samping berupa gliserol dalam jumlah yang cukup besar. Gliserol, atau yang dikenal dengan nama kimia 1,2,3-propanetriol, adalah senyawa alkohol dengan tiga gugus hidroksil, bersifat non-toksik, dan memiliki potensi besar untuk dikembangkan menjadi berbagai produk turunan.

Selama ini, gliserol umumnya dimanfaatkan sebagai bahan aditif dalam industri makanan, kosmetik, dan farmasi. Namun, permintaan gliserol dalam sektor-sektor tersebut relatif kecil dan tidak mampu menyerap seluruh hasil samping dari industri biodiesel yang semakin berkembang. Oleh karena itu, diperlukan upaya strategis untuk meningkatkan nilai tambah gliserol melalui pengembangan teknologi konversi gliserol menjadi produk-produk bernilai ekonomi tinggi dan memiliki permintaan pasar yang luas.

Salah satu senyawa turunan gliserol yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan adalah propilen glikol (propylene glycol). Senyawa ini banyak digunakan dalam berbagai industri, antara lain sebagai pelarut dalam industri farmasi dan kosmetik, bahan tambahan dalam makanan, antibeku (antifreeze) dalam sistem pendingin, serta bahan baku untuk resin dan plastik. Dengan meningkatnya permintaan global terhadap propilen glikol, pengembangan proses produksi propilen glikol dari gliserol menjadi pilihan yang menjanjikan, baik dari segi ekonomi maupun keberlanjutan lingkungan.

1.2 Kapasitas Rancangan

Terdapat beberapa faktor dalam menentukan kapasitas produksi yang layak, sebagai berikut:

1. Dapat memenuhi kebutuhan di dalam negeri serta mampu mengurangi kebutuhan impor dan ketergantungan terhadap negara lain.
2. Ketersediaan propilen glikol sebagai bahan baku dalam negeri.

3. Kapasitas komersial atau menguntungkan pabrik propilen glikol

1.2.1 Kebutuhan Propilen Glikol di Indonesia

Kebutuhan propilen glikol di Indonesia terus mengalami peningkatan. Pemenuhan kebutuhan propilen glikol dalam negeri dilakukan dengan mengimpor dari beberapa negara seperti Amerika Serikat, Belanda, China, Jepang, Korea, dan India. Hal ini dikarenakan di Indonesia belum terdapat pabrik propilen glikol yang mampu memenuhi kebutuhan propilen glikol dalam negeri.

1.2.2 Aspek Bahan Baku

Bahan baku utama dalam pembuatan pabrik propilen glikol yaitu gliserol. Untuk menjamin kelangsungan suatu pabrik, maka perlu adanya perhatian secara serius terhadap jumlah bahan baku yang tersedia, oleh karena itu bahan baku yang digunakan diambil dari dalam negeri. Berikut adalah daftar perusahaan yang memproduksi gliserol di Indonesia:

Tabel 1. 1 Pabrik Produksi Gliserol di Indonesia

No	Nama	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
1.	PT. Wilmar Bioenergi Indonesia	Dumai	132.000
2.	PT. Sinar Oleochemical Int	Medan	100.000
3.	PT. Flora Sawita	Medan	66.000
4.	PT. Cisadane Raya Chemical	Tangerang	133.000
5.	PT. Wings Surya	Surabaya	3.500
No	Nama	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
6.	PT. Unilever Indonesia	Simalungun	22.512

7.	PT. Sumi Asih	Bekasi	157.000
8.	PT. Bukit Perak	Surabaya	1.440
9.	PT. Wilmar Nabati Indonesia	Gresik	72.000
10.	PT. Louis Dreyfus Company	Lampung	50.000

1.2.3 Perkiraan Kebutuhan Propilen Glikol

Kebutuhan propilen glikol di Indonesia terus mengalami peningkatan. Pemenuhan kebutuhan propilen glikol dalam negeri dilakukan dengan mengimpor dari beberapa negara seperti Amerika Serikat, Belanda, China, Jepang, Korea, dan India. Hal ini dikarenakan di Indonesia belum terdapat pabrik propilen glikol yang mampu memenuhi kebutuhan propilen glikol di dalam negeri.

Berdasarkan data terakhir dari Badan Pusat Statistik Indonesia, kebutuhan propilen glikol semakin meningkat. Data perkembangan ekspor - Impor Propilen glikol di Indonesia pada tahun 2018 -2024 dapat dilihat pada tabel berikut:

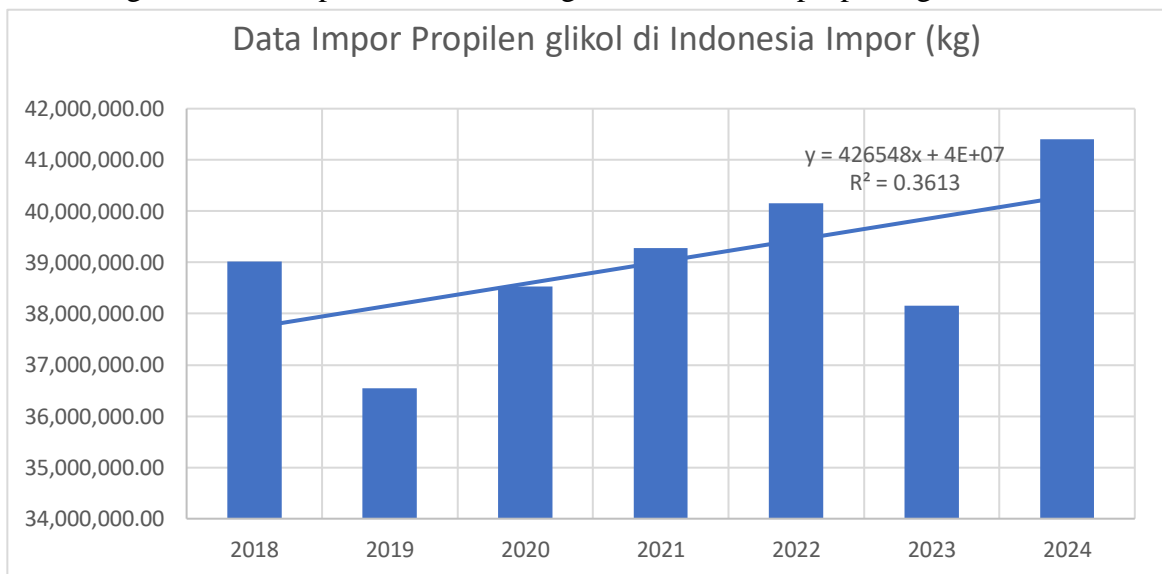
Tabel 1. 2 Data Impor-Ekspor Propilen Glikol Tahun 2018-2024 (BPS, 2024)

Tahun	Jumlah		%Prediksi	
	Impor (kg/tahun)	Ekspor (kg/tahun)	Impor	Ekspor
2018	39.023.767	293.743	-	-
2019	36.547.542	229.543	-6,35	-21,85
2020	38.536.024	109.186	5,44	-52,43
2021	39.273.933	115.608	1,91	5,88
2022	40.151.939	297.914	2,24	98,87
2023	38.150.862	141.152	-4,98	-38,60

2024	41.397.366	152.535	8,51	8,06
Total (%Prediksi)			6,72	2,72
I (Rata-rata)			1,13	0,45

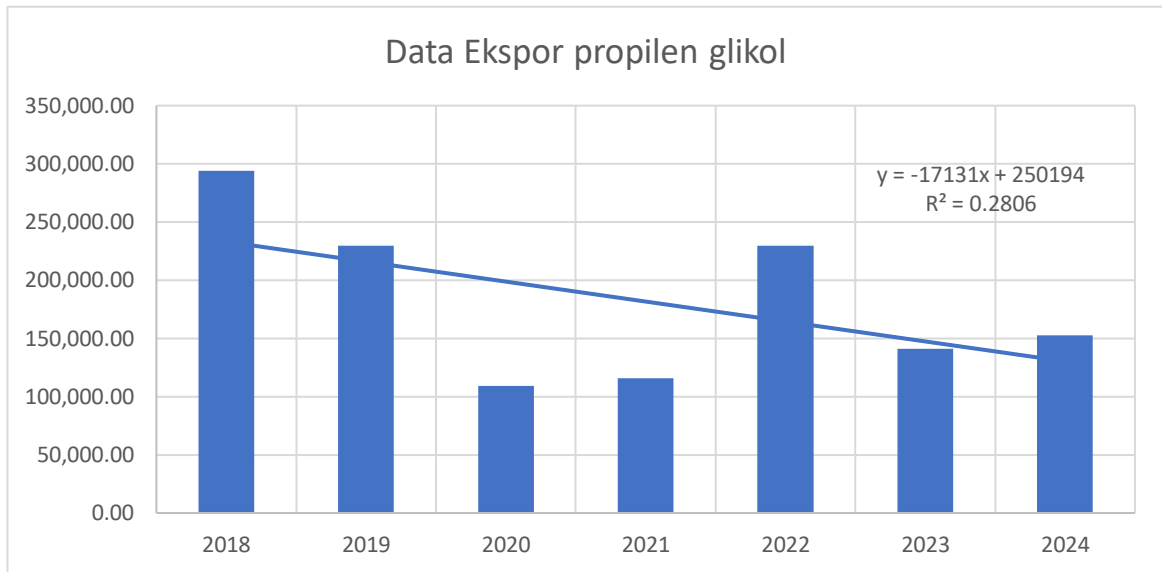
Dari Tabel 1.1 jumlah ekspor dan impor propilen glikol di Indonesia diperoleh pertumbuhan rata-rata impor propilen glikol sebesar 6,72% dan untuk ekspor sebesar 2,72%. Berdasarkan dari data impor yang mengalami kenaikan dengan nilai rata-rata pertumbuhan sebesar 1,13%. Hal ini menandakan bahwa permintaan domestik terhadap propilen glikol terus meningkat.

Pada gambar 1.1 dapat dilihat bahwa grafik kebutuhan propilen glikol di Indonesia



Gambar 1. 1 Grafik Impor Propilen Glikol di Indonesia

mengalami kenaikan dengan persamaan garis lurus $y = 426548x + 40000000$ dimana y merupakan kebutuhan propilen glikol pada tahun tertentu sedangkan x adalah tahun yang dihitung dari tahun 2018 sampai tahun 2024. Dari grafik diatas menunjukkan bahwa setiap tahunnya Indonesia melakukan impor yang besar untuk memenuhi kebutuhan pasar. Kebutuhan impor di Indonesia terbilang besar dikarenakan belum adanya pabrik didalam negeri yang mampu memenuhi kebutuhan tersebut.



Gambar 1. 2 Grafik Ekspor Propilen Glikol di Indonesia

Pada gambar 1.2 dapat dilihat bahwa jumlah ekspor di Indonesia, terbilang sedikit. Hal tersebut disebabkan tidak adanya pabrik propilen glikol di dalam negeri sehingga sebagian besar kebutuhan propilen glikol didalam negeri harus di impor dari negara lain. Didapatkan nilai $y = 14703x + 132572$ dengan nilai $R = 0,152$.

1.2.4 Perhitungan Kapasitas Produksi

Dalam penentuan kapasitas produksi propilen glikol dilakukan perhitungan menggunakan metode *discounted* berdasarkan dari nilai impor dan ekspor untuk mengetahui pertumbuhan rata-rata propilen glikol setiap tahunnya. Dari data diatas, dapat dihitung perkiraan impor dan ekspor propilen glikol pada tahun 2029 adalah menggunakan rumus sebagai berikut:

$$M = P(1 - i)^n$$

Dimana:

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)

Maka impor pada tahun 2029:

$$\begin{aligned} M1 &= 41.397,37 (1 - 1,13)^5 \\ &= 37.574,68 \end{aligned}$$

Maka ekspor pada tahun 2029

$$M4 = 152,535 (1 - 0,45)^5$$

$$= 149,11$$

Setelah mendapatkan M1 dan M4, selanjutnya dapat dilakukan perhitungan kapasitas pabrik yang akan didirikan. Perhitungan kapasitas pabrik propilen glikol sebagai berikut:

$$M1 + M2 + M3 = M4 + M5$$

$$M3 = (M4 + M5) - (M1 + M2)$$

Dimana:

M1 = Nilai impor pada tahun 2029

M2 = Nilai produksi pabrik lama pada tahun 2029

M3 = Nilai produksi pabrik baru pada tahun 2029

M4 = Nilai ekspor pada tahun 2029

M5 = Konsumsi dalam negeri pada tahun 2029

Maka didapat nilai M3 pada tahun 2029:

$$M3 = 37.574,68 + 149,11$$

$$= 37.724 \text{ Ton/tahun}$$

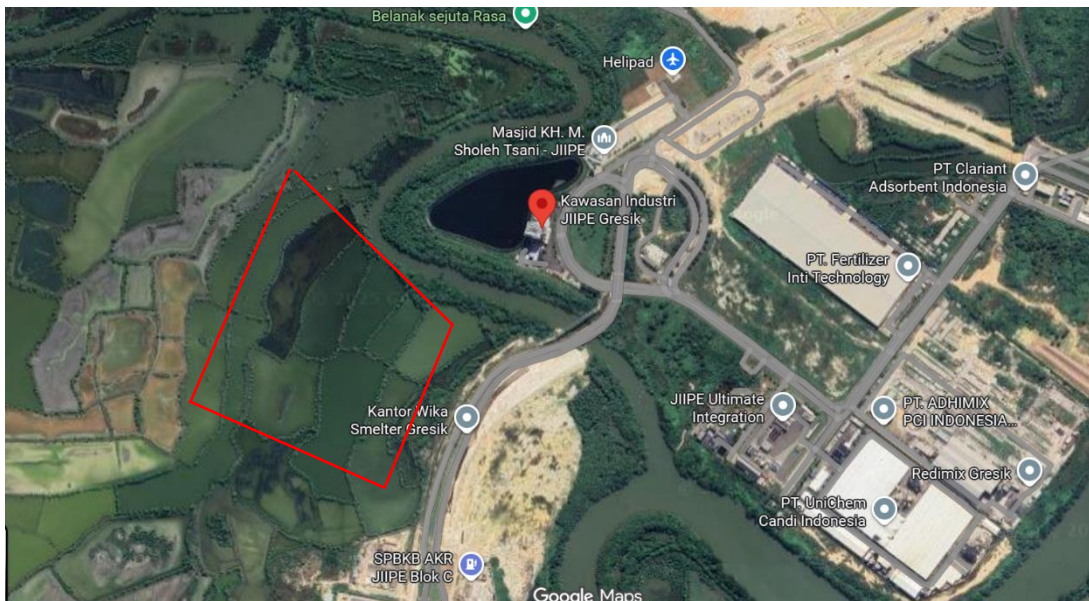
Dikarenakan pabrik yang akan didirikan belum pernah ada dalam negeri, maka peluang kapasitas dikali 1,5%.

Kapasitas Produksi = 1,5 x Peluang Kapasitas

$$= 1,5 \times 37.724 \text{ Ton/tahun}$$

$$= 56.585 \text{ Ton/tahun} \rightarrow 56.000 \text{ Ton/tahun}$$

1.3 Penentuan Lokasi Pabrik



Gambar 1. 3 Penentuan Lokasi Pabrik Propilen Glikol

Dalam merancang suatu pabrik, pemilihan lokasi pabrik menjadi hal yang penting dan dapat mempengaruhi keberlangsungan suatu industri pada masa yang akan datang karena berpengaruh terhadap faktor produksi dan distribusi pabrik. Pemilihan lokasi pabrik yang tepat akan memberikan kontribusi yang penting dalam segi teknis maupun ekonomis pabrik.

Penentuan lokasi pabrik melibatkan berbagai faktor yang harus dipertimbangkan. Dalam praktiknya, proses pemilihan lokasi memiliki kesamaan antar pabrik, tergantung pada jenis industri dan produk yang dihasilkan. Faktor-faktor yang mempengaruhi lokasi pabrik antara lain kedekatan dengan pasar, akses terhadap pemasok bahan baku, ketersediaan tenaga kerja, pasokan listrik dan air, infrastruktur transportasi, respons masyarakat setempat, serta regulasi yang diterapkan oleh pemerintah daerah.

Berdasarkan kota yang memungkinkan dapat dijadikan sebagai salah satu lokasi pendirian pabrik propilen glikol yaitu terletak di Gresik, Dumai, dan Medan. Berikut tabel perbandingan lokasi pemilihan.

Tabel 1. 3 Perbandingan Pemilihan Lokasi Pabrik Propilen Glikol

Parameter	Lokasi		
	Kawasan Industri Gresik (JIPE)	Kawasan Industri Dumai	Kawasan Industri Medan
Fasilitas Transportasi	<ul style="list-style-type: none"> • Pelabuhan laut dalam (deep sea port) terintegrasi dalam kawasan • Akses langsung ke Tol Trans Jawa • Infrastruktur jalan sangat memadai untuk distribusi darat ke Jawa-Bali 	<ul style="list-style-type: none"> • Pelabuhan Dumai memudahkan ekspor ke Asia Tenggara • Jalan penghubung ke Pekanbaru cukup baik, namun masih terbatas untuk truk berat 	<ul style="list-style-type: none"> • Pelabuhan Belawan sebagai salah satu pelabuhan besar di Indonesia • Terhubung ke jalan tol Trans Sumatera (Medan–Binjai, Medan–Tebing Tinggi). • Akses darat regional cukup kuat ke Sumatera Bagian Utara
Fasilitas Utilitas	<ul style="list-style-type: none"> • Tersedia pasokan listrik tinggi dari 	<ul style="list-style-type: none"> • Pasokan listrik mencukupi namun 	<ul style="list-style-type: none"> • Listrik dan air tersedia secara stabil

- PLN dan PLTG lokal ada potensi fluktuasi
 - Sistem jaringan air industri dan pengolahan limbah modern
 - Pipa gas industri tersedia dari jaringan Jawa Timur
 - Kawasan modern dengan sistem terpadu (One Gate Utility Service)
 - Air industri berasal dari Sungai dan proses pengolahan terbatas
 - Ketersediaan gas alam cukup baik (berdekatan dengan ladang gas)
 - Infrastruktur limbah perlu perbaikan
 - Beberapa kawasan industri sudah memiliki pengolahan limbah terpusat
 - Gas industri tersedia tetapi tidak sebanyak di Gresik atau Dumai
 - Belum semua kawasan memiliki integrasi utilitas penuh
- Bahan Baku
- Tersedia pasokan gliserol dari PT Wilmar Nabati Indonesia sebagai bahan baku alternatif berbasis bio
 - Didukung oleh pasokan hidrogen dari PT Samator Gas Industri yang memiliki fasilitas produksi gas industri di kawasan Gresik dan sekitarnya
 - Mendukung
 - Dekat dengan industri kelapa sawit sehingga gliserol dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku bio-propilena glikol
 - Mendukung pendekatan bio-based dan green chemical
 - Memungkinkan sinergi dengan pabrik biodiesel & oleokimia
 - Akses ke limbah sawit sebagai bahan baku alternatif ada, tapi terbatas
 - Tetap mengandalkan pasokan dari luar jika ingin menggunakan propilena konvensional
 - Industri sawit tidak sebesar Dumai

produksi propilen
 glikol bio-based
 melalui proses
 hidrogenasi
 gliserol

Daerah Pemasaran	<ul style="list-style-type: none"> • Pasar utama di Pulau Jawa (Jawa Timur, Jawa Tengah, Jabodetabek) • Lokasi strategis untuk distribusi nasional • Pelabuhan internasional memudahkan ekspor (Asia, Australia) • Akses langsung ke pabrik-pabrik makanan, farmasi, dan kosmetik 	<ul style="list-style-type: none"> • Target pasar Sumatera bagian tengah dan Riau • Ekspor mudah ke Malaysia dan Singapura melalui pelabuhan Dumai • Potensi pasar regional dan industri oleokimia lokal • Namun pasar domestik terbatas dibanding Jawa 	<ul style="list-style-type: none"> • Mendekati pasar Sumatera Utara dan Aceh • Pelabuhan Belawan memudahkan ekspor • Koneksi ke pasar domestik Indonesia bagian barat • Industri pengolahan relatif berkembang, tapi skala masih di bawah Jawa
Peraturan Pemerintah	<ul style="list-style-type: none"> • JIPE merupakan Proyek Strategis Nasional (PSN) • Perizinan dipermudah (OSS, sistem online) • Insentif pajak dan kemudahan investasi tersedia 	<ul style="list-style-type: none"> • Pemerintah daerah mendukung pengembangan industri sawit hilir • Kebijakan lokal pro-investasi, terutama berbasis bioindustri • Namun 	<ul style="list-style-type: none"> • Pemerintah Sumut mendukung pengembangan kawasan industri • Insentif fiskal tersedia untuk industri pionir • Proses perizinan kadang lebih lambat dibanding kawasan

- Dukungan kuat infrastruktur legal PSN seperti JIPE dari Pemprov belum sekomprehensif kawasan industri Jawa
-

Lokasi pabrik memberikan pengaruh yang besar terhadap lancarnya kegiatan industri. Pemilihan lokasi yang tepat, ekonomis, dan menguntungkan dipengaruhi oleh banyak faktor, sehingga perlu dipertimbangkan untuk melihat beberapa faktor sebelum pabrik didirikan. Pada proses penentuan lokasi pabrik juga perlu ditinjau apakah proses berlangsung bersifat *weight loss* dan *weight gain*.

- **Weight loss**

Pabrik jenis *weight loss* merupakan pabrik yang bobot produknya lebih ringan dibandingkan dengan bahan bakunya. Pada pabrik jenis *weight loss*, letak pabrik sebaiknya dengan dekat dengan bahan baku untuk meminimalisir besarnya biaya transportasi pengiriman bahan baku. Dalam skripsi ini, bahan baku berupa gliserol dan hidrogen memiliki bobot molekul yang lebih berat (92,09 gr/mol dan 2,02 gr/mol) dibandingkan dengan produk berupa propilen glikol (76,09 gr/mol).

- **Weight gain**

Pabrik jenis *weight gain* merupakan kebalikannya dari teori *weight loss*, dimana pabrik dengan jenis *weight gain* merupakan pabrik dengan bobot produknya lebih berat dibandingkan dengan bahan bakunya. Pabrik jenis *weight gain* cenderung ditempatkan didaerah pemasaran industri atau dengan konsumen untuk menekan biaya operasi pabrik.

Menurut Wijana (2012), pemilihan lokasi pabrik memiliki beberapa faktor pertimbangan. Faktor-faktor untuk menentukan lokasi pabrik dibagi menjadi dua yaitu faktor primer dan faktor sekunder. Faktor-faktor penentuan lokasi pabrik secara primer dan sekunder sebagai berikut:

1.3.1 Faktor Primer

Faktor utama adalah aspek yang secara langsung memengaruhi tujuan utama suatu pabrik, terutama dalam hal produksi dan distribusi. Faktor-faktor ini menjadi pertimbangan penting dalam menentukan lokasi pendirian pabrik. Beberapa di antaranya meliputi:

1. Bahan Baku

Ketersediaan bahan baku menjadi faktor utama dalam menentukan lokasi pabrik. Dalam produksi propilen glikol, bahan baku utama yang digunakan adalah gliserol, yang dapat diperoleh di dalam negeri. Oleh karena itu, lokasi pabrik sebaiknya berada di dekat sumber bahan baku untuk mengurangi biaya transportasi. Gliserol sebagai bahan baku utama dapat diperoleh dari PT. Wilmar Nabati Indonesia berlokasi di Gresik, Jawa Timur. Sementara itu, hidrogen sebagai bahan pendukung diperoleh dari PT. Samator Gas Industri, yang juga berlokasi di Gresik, Jawa Timur.

2. Pemasaran Produk

Lokasi pemasaran memiliki dampak signifikan terhadap daya tarik konsumen dan biaya transportasi untuk pengiriman produk. Pemilihan lokasi pabrik yang dekat dengan pasar sangat krusial, karena mempermudah konsumen dalam mengakses produk yang ditawarkan. Selain itu, lokasi pabrik yang strategis di sekitar industri yang memanfaatkan propilen glikol sebagai bahan baku, seperti PT. Kosmetika Global, PT. Kimia Farma Tbk Plant Watudakon dan PT Avia Avian Tbk, akan meningkatkan efisiensi distribusi. Selain digunakan dalam sektor-sektor tersebut, propilen glikol juga banyak dimanfaatkan dalam produksi poliester resin, cat, dan detergen. Ketersediaan Pelabuhan JIPE di Manyar yang terletak dekat dengan kawasan industri memberikan keuntungan tambahan, karena memudahkan kegiatan ekspor ke pasar internasional. Keberadaan pelabuhan ini juga membuka peluang untuk memperluas pasar global, menjadikan Gresik sebagai titik pusat distribusi yang strategis untuk produk-produk kimia dan industri lainnya.

3. Tenaga Kerja

Penentuan lokasi pabrik juga harus memperhitungkan ketersediaan serta kemudahan dalam memperoleh tenaga kerja yang berkualitas. Untuk pabrik propilen glikol, kebutuhan tenaga kerja dapat dipenuhi dari penduduk lokal Kota Gresik yang memiliki potensi sumber daya manusia yang terampil. Selain itu, perusahaan juga dapat mengadakan open recruitment untuk menarik tenaga kerja dari daerah sekitar atau bahkan luar wilayah, guna mendapatkan pekerja dengan keahlian khusus yang dibutuhkan. Dengan adanya akses mudah ke tenaga kerja yang terampil dan beragam, perusahaan dapat memastikan kelancaran operasional pabrik, sekaligus mendukung pengembangan ekonomi lokal. Penduduk Kabupaten Gresik sebanyak 1.327.497 Penduduk (Dispendukcapil Kabupaten Gresik, 2025).

4. Fasilitas Transportasi

Keberhasilan suatu pabrik kimia ditunjang dari sarana transportasi yang baik. Sarana

transportasi yang termasuk adalah akses jalan yang nyaman dan luas. Kawasan industri Gresik dekat dengan jalan utama dimana mempermudah transportasi. Selain itu, untuk pemasaran produk propilen glikol dalam negeri maupun luar negeri dapat melalui Pelabuhan JIPE di Manyar yang mampu memfasilitasi pemasaran produk hingga ke mancanegara.

5. Kebutuhan Utilitas

Sarana utilitas yang diperlukan untuk kelancaran proses produksi pabrik propilen glikol sangat penting agar operasional dapat berjalan dengan efisien dan efektif. Utilitas utama yang dibutuhkan meliputi penyediaan air, bahan bakar, dan listrik, yang harus tersedia secara memadai dan terus menerus. Pabrik harus berlokasi di kawasan yang memiliki akses mudah untuk pengiriman bahan baku dan distribusi produk jadi, guna mengurangi biaya logistik dan memastikan kelancaran operasional. Kawasan Industri Gresik sangat mendukung kebutuhan ini, karena memiliki sistem pasokan air baku yang stabil untuk keperluan produksi dan pengolahan. Ketersediaan pasokan listrik yang cukup dari PLTU Gresik dan gas alam untuk proses pemanasan serta energi lainnya semakin mengoptimalkan keberlangsungan operasional pabrik propilen glikol.

1.3.2 Faktor Spesifik

Faktor spesifik adalah faktor yang tidak secara langsung berperan dalam proses industri, akan tetapi sangat berpengaruh dalam kelancaran proses-proses produksi dari pabrik itu sendiri. Faktor-faktor spesifik meliputi:

1. Kebijakan Pemerintah

Kebijakan yang dikeluarkan pemerintah daerah tempat didirikannya suatu pabrik juga akan sangat mempengaruhi kelangsungan suatu pabrik. Daerah Gresik merupakan kawasan industri yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Pemerintah daerah yang memberikan akses dan fasilitas pada pendiri pabrik akan sangat menguntungkan.

2. Kondisi Tanah dan Daerah

Karakteristik lokasi menyangkut iklim dan musim di daerah tersebut. Wilayah ini memiliki iklim tropis dengan dua musim yang relatif stabil, serta suhu rata-rata berkisar antara 25–34°C yang masih aman bagi proses industri. Tanah di kawasan industri Gresik, khususnya di JIPE, sudah diperkuat dan cocok untuk bangunan skala besar. Risiko gempa bumi di wilayah ini tergolong rendah karena tidak berada di jalur patahan aktif, sehingga relatif aman untuk industri kimia.

3. Sarana Penunjang Lain

Fasilitas penunjang seperti sarana pendidikan, tempat ibadah, perumahan, layanan kesehatan, area olahraga, hiburan, dan fasilitas sosial lainnya sebaiknya tersedia di sekitar lokasi pabrik. Kehadiran fasilitas tersebut tidak hanya mendukung kenyamanan dan kebutuhan sehari-hari para pekerja, tetapi juga berperan penting dalam meningkatkan kesejahteraan dan kualitas hidup masyarakat di sekitar kawasan industri.

4. Perluasan Pabrik

Wilayah yang dipilih masih memiliki ketersediaan lahan yang cukup luas, sehingga memungkinkan untuk dilakukan ekspansi atau perluasan pabrik di masa mendatang jika kapasitas produksi perlu ditingkatkan.

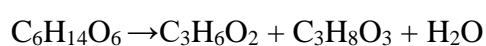
1.4 Tinjauan Proses

Propilen glikol adalah cairan jernih, kental, dan tidak berwarna yang memiliki berbagai nama lain, seperti 1,2-propylene glycol, 1,2-dihydroxypropane, 1,2-propanediol, methylene glycol, dan methyl glycol. Senyawa ini memiliki rumus kimia $C_3H_8O_2$, dengan nama IUPAC 1,2-propanediol, dan dikenal secara komersial sebagai Propylene Glycol Industrial (PGI). Propilen glikol digunakan secara luas dalam berbagai industri karena sifat kimianya yang serbaguna. Menurut Kirk-Othmer (2003), terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk memproduksi propilen glikol secara industri antara lain:

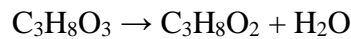
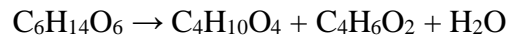
1.4.1 Propilen Glikol dari Sorbitol

Sorbitol dapat digunakan sebagai bahan baku untuk memproduksi propilen glikol melalui dua tahapan utama. Tahap pertama adalah reaksi hidrolisis, di mana sorbitol dipecah menjadi glukosa dengan menggunakan air untuk memutus ikatan glikosidik. Selanjutnya, glukosa yang terbentuk akan mengalami proses hidrogenasi, yakni penambahan gas hidrogen di bawah kondisi katalitik tertentu, sehingga menghasilkan propilen glikol. Menurut García et al. (2020), proses ini telah dipatenkan dengan menggunakan sorbitol murni yang dikonversi menjadi propilen glikol melalui reaksi hidrogenolisis. Dalam penelitian tersebut, penggunaan katalis logam golongan VIII seperti Ni-RE menghasilkan konversi sekitar 57% dengan selektivitas mencapai 30% pada kondisi operasi tekanan 217,75 atm dan suhu 150–190°C. Keunggulan dari metode ini adalah bahan baku sorbitol yang mudah ditemukan dan relatif murah. Namun, proses ini juga memiliki kelemahan, seperti kebutuhan akan suhu dan tekanan tinggi serta tingkat konversi yang masih tergolong rendah.

Reaksi Utama:



Reaksi Samping:



1.4.2 Propilen Glikol dari Propilen Oksida

Proses produksi propilen glikol dari propilen oksida dilakukan melalui reaksi hidrasi, yaitu hidrolisis propilen oksida menggunakan air. Reaksi ini berlangsung tanpa menggunakan katalis, namun memerlukan tekanan dan suhu yang tinggi. Untuk meminimalkan pembentukan produk samping, digunakan jumlah air yang cukup besar dalam reaksi. Proses ini mampu menghasilkan propilen glikol dengan konversi sekitar 90%, sementara sisanya (sekitar 10%) berupa produk samping. Reaksi yang terjadi melibatkan propilen oksida dan air dalam fase cair di dalam reaktor.

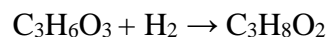
Reaksi:



1.4.3 Propilen Glikol dari Asam Laktat

Propilen glikol juga dapat diproduksi menggunakan asam laktat sebagai bahan baku. Berdasarkan literatur, proses dekomposisi laktat menjadi 1,2-propilen glikol (1,2-PDO) telah diketahui sejak tahun 1926. Salah satu metode konversi adalah dengan mengubah etil laktat menjadi 1,2-propilen glikol menggunakan katalis berbasis Ruthenium-Rhenium pada karbon (Ru/Re/C). Namun, hasil konversi melalui metode ini tergolong rendah, sehingga proses ini belum layak secara komersial. Proses ini bersifat sangat selektif dan membutuhkan kondisi reaksi yang ekstrem, yakni suhu tinggi sekitar 200 °C dan tekanan parsial hidrogen sebesar 266 atm, meskipun konversi total yang dicapai bisa mencapai 88%.

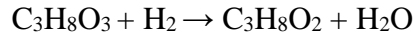
Reaksi:



1.4.4 Propilen Glikol dari Gliserol

Produksi propilen glikol dapat dilakukan melalui reaksi hidrogenolisis gliserol dengan menggunakan katalis heterogen. Dalam proses ini, gliserol bereaksi dengan gas hidrogen menghasilkan propilen glikol sebagai produk utama. Reaksi ini diketahui memiliki tingkat selektivitas tinggi terhadap propilen glikol, mencapai sekitar 90%. Salah satu keunggulan dari metode ini adalah kemampuannya untuk memanfaatkan gliserol mentah hasil samping dari produksi biodiesel, sekaligus menghasilkan propilen glikol dengan efisiensi konversi hingga 93%.

Reaksi:



Pada reaksi tersebut, gliserol ($C_3H_8O_3$) berinteraksi dengan hidrogen (H_2) membentuk propilen glikol ($C_3H_8O_2$) dan air (H_2O) sebagai produk samping.

Dari berbagai jalur produksi yang telah dikaji, metode pembuatan propilen glikol berbasis gliserol dipilih karena ketersediaan gliserol yang melimpah di Indonesia, sehingga tidak memerlukan impor bahan baku. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik periode 2018 hingga 2021, ekspor gliserol terus mengalami peningkatan hingga 14%, menunjukkan bahwa bahan baku ini sangat potensial dan berkelanjutan. Hal ini menjadikan gliserol sebagai pilihan yang strategis untuk mendukung produksi propilen glikol dengan keunggulan dalam kemandirian pasokan dan efisiensi ekonomi.

1.5 Pemilihan Proses Produksi Propilen Glikol dari Gliserol

Tabel 1. 4 Perbandingan Pemilihan Proses Produksi Propilen Glikol dari Gliserol

Parameter	Proses I (Zhou et al, 2010)	Proses II (Liu et al, 2022)	Proses III (Pandey et al, 2022)
Bahan Baku	Gliserol	Gliserol	Gliserol
Mekanisme	Mekanisme Dehidrasi- Hidrogenasi	Mekanisme Dehidrogenasi- Dehidrasi- Hidrogenasi	Mekanisme Esterifikasi- Hidrogenasi
Katalis	Cu–ZnO–Al ₂ O ₃ (rasio 1:1:0.5)	Cu–ZnO–Al ₂ O ₃ + 2 wt% Pd	Cu–Zn/MgO (50 wt%, 7:3)
Reaktor	Fixed-bed tubular (liquid phase)	Batch reactor (liquid phase)	Fixed-bed tubular down-flow (vapor phase)
Selektivitas PG	93.4%	93.3% (dengan Pd)	67–72% (asetol dominan)
Kondisi Operasi	220–240 °C, 3–5 MPa H ₂	200–240 °C, 2.07–5.5 MPa H ₂	200–220 °C, 0.1 MPa (atmosferis)

Konversi Gliserol	81.5%	97.2% (dengan Pd)	88–95%
Kelebihan	<ul style="list-style-type: none"> • Selektivitas PG tinggi • Stabil untuk studi fundamental 	<ul style="list-style-type: none"> • Konversi selektivitas tinggi meski pada tekanan rendah • Pd meningkatkan aktivitas hidrogenasi (efek spillover) 	<ul style="list-style-type: none"> • Operasi tekanan atmosferis (lebih aman & murah) • Proses fase uap tidak ada masalah pemisahan katalis

1.6 Kegunaan Produk

Propilen glikol adalah senyawa kimia yang memiliki peran penting dalam berbagai sektor industri, seperti industri farmasi, makanan, dan kosmetik. Selain itu, senyawa ini juga digunakan secara luas sebagai zat antibeku serta sebagai aditif dalam proses pengecatan dan pelapisan lateks, untuk meningkatkan kemampuan dalam proses pembekuan dan pencairan. Di industri polimer, propilen glikol menjadi bahan dasar utama dalam pembuatan resin poliester tak jenuh (European Medicines Agency (EMA), 2017).

Tak hanya itu, propilen glikol juga digunakan dalam sintesis berbagai senyawa seperti plasticizer, 2-metilpiperazina, 1,2-propilena diamina, poliester terhidroksilasi, resin poliester fluoresen, dan poliol polister. Propilen glikol telah mendapatkan status aman dari *U.S. Food and Drug Administration* (FDA), sehingga dapat digunakan secara legal dalam produk makanan, obat-obatan, kosmetik, hingga produk tembakau.