

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

1,2-Propandiol ($C_3H_8O_2$) atau biasa dikenal dengan propilen glikol merupakan senyawa organik yang diproduksi dari hidrasi propilen oksida dan mempunyai sifat fisika dan kimia yang sama dengan etilen glikol. Karakteristik 1,2-Propandiol memiliki rasa, tidak berbau, dan tidak berwarna. 1,2-Propandiol dapat larut dengan air, aseton, dan kloroform. Dalam produksi 1,2-Propandiol dilakukan dengan tekanan tinggi dan suhu yang tinggi. Pada proses hidrasi tekanan yang digunakan kurang lebih 2170 kPa dan suhu 120-190 °C. Setelah reaksi hidrasi selesai, kelebihan air dalam *Drying Towers*, dan glikol kemudian dimurnikan dengan proses distilasi vakum tinggi [1].

1,2-Propandiol merupakan zat cair sintetis yang menyerap air yang dapat digunakan dalam berbagai aplikasi. Salah satu penggunaan terbesarnya adalah dalam pembuatan resin poliester tak jenuh. Dan penggunaan lainnya adalah dapat digunakan sebagai humektan, pelarut, dan pengawet dalam industri makanan, sebagai bahan pelembut dan humektan dalam produk perawatan kulit dan kosmetik, digunakan dalam cairan deicing karena memiliki toksisitas rendah, dan ramah lingkungan [2].

Dalam menghasilkan 1,2-Propandiol agar sesuai dengan kapasitas dan kualitas produksi yang diinginkan harus dilakukan seleksi proses terlebih dahulu. Adapun proses umum yang digunakan untuk menghasilkan 1,2-Propandiol, yaitu:

1. Hidrogenolysis Gliserol merupakan proses dimana gliserol didegradasi. Degradasi merupakan sebuah proses dimana molekul organik kompleks dipecah menjadi molekul yang lebih sederhana dengan memecah ikatan. Molekul gliserol yang cukup besar didegradasi menjadi senyawa yang bermolekul lebih sederhana[3]. Mekanisme dari hidrogenolisis gliserol ini terdiri dari tahap dehidrasi gliserol menjadi produk intermediet berupa hidrogenasi menjadi 1,2-propandiol[4]. Pada proses hidrogenolisis gliserol untuk mendapatkan 1,2-Propandiol ini memerlukan pemecah ikatan C-O dan penambahan hidrogen secara bersama-sama[5].
2. Hidrasi Propilen Oksida merupakan reaksi eksotermik. Pada proses ini, propilen oksida dihidrasi menggunakan air, dengan suhu, tekanan yang tinggi secara konstan. Proses ini dilakukan dengan melakukan pemanasan, yang kemudian hasil reaksi

tersebut dilakukan pemurnian dengan menggunakan kolom distilasi untuk mendapatkan konversi atau kemurnian propilen glikol yang besar[6].

Pabrik 1,2-Propandiol atau Propilen Glikol sangat dibutuhkan di Indonesia dalam upaya pemenuhan kebutuhan industri pangan dan farmasi yang menjadikan propilen glikol sebagai pengawet maupun pelarut. Untuk memenuhi kebutuhan 1,2-Propandiol di Indonesia, maka masih harus mengimpor dikarenakan belum ada pabrik 1,2-Propandiol yang berdiri di Indonesia. Karena peranan propilen glikol yang cukup penting, maka perlu didirikan pabrik yang berskala menengah ke atas guna mencukupi kebutuhan industri di Indonesia.

Berdasarkan pada kebutuhan dan kegunaan produk 1,2-Propandiol, maka dari itu akan sangat menguntungkan apabila didirikan pabrik 1,2-Propandiol di Indonesia. Dengan mendirikan pabrik 1,2-Propandiol di Indonesia diharapkan dapat mengurangi jumlah impor, dapat mempermudah pabrik atau industri makanan dan farmasi dalam memperoleh bahan baku 1,2-Propandiol, dan dapat memanfaatkan sumber daya manusia yang ada di Indonesia.

1.2. Sejarah Perkembangan Industri

1,2-Propandiol didapat dari proses hidrasi propilen oksida dan air, yang ditemukan pertama kalinya oleh Wurts pada 1859. Sintesis 1,2-Propandiol dari propilen oksida dan air skala industri dimulai pada tahun 1930-an. Produksi 1,2-Propandiol pertama dikomersilkan pada 1931 oleh Carbide dan Carbon Chemicals Corp di Amerika. Produksi 1,2-Propandiol ini menggunakan proses klorohidrin menghasilkan propilen oksida dan dihidrolisis menjadi glikol. Saat ini produksi 1,2 propandiol menggunakan proses yang sama untuk produksi tripropylene glycol dan oxybispropanol. Kapasitas 1,2-Propandiol untuk seluruh dunia pada tahun 1990 diperkirakan 9×10^5 ton. Produksi dibuat lebih rendah karena beberapa unit produksi mengizinkan proses produksi 1,2-Propandiol dilaksanakan berdasarkan permintaan [1]

1.3. Kegunaan Produk

1,2-Propandiol atau propilen glikol memiliki banyak kegunaan dalam industri kimia, makanan, dan farmasi yang diantaranya yaitu:

- Bahan Pengawet
- Pelarut
- Wetting agent

- Katalis dalam persenyawaan sitrus dan emulsi perasa
- Disinfektan
- Resin poliester
- Cairan deicing

Maka dari itu, banyaknya kegunaan dari 1,2 Propandiol dapat memberikan banyak keuntungan [1], [2].

1.4. Sifat Fisika, Kimia, dan Termodinamika Bahan Baku dan Produk

1.4.1. Bahan Baku

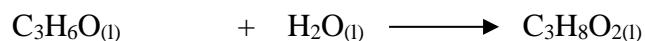
a. Propilen Oksida

Sifat – sifat fisika [1]:

- Rumus Molekul : C_3H_6O
- Bentuk : Cair
- Densitas : 0,83 g/mL pada 20 °C
- Fase : liquid
- Berat Molekul : 58,08 g/mol
- Specific gravity : 8,10 pada 20 °C
- Tekanan kritis : 4,92 MPa
- Temperatur kritis : 209,1 °C
- Titik didih : 34,2 °C at 101,32 Kpa
- Titik lebur : - 112,1 °C
- Viskositas : 0,28 cP pada 25 °C
- Warna : tidak berwarna

Sifat – sifat kimia [2]:

- Kelarutan propilen oksida dalam air : 40,5% pada suhu 20 °C
- Mudah bereaksi dengan hidrogen halida, klorin dan amonia
- Reaksi hidrolisis dengan air membentuk 1,2-Propandiol



Sifat – sifat termodinamika [1]:

- ΔH_c : 1915,6 kJ/mol
- Entalpi pembentukan gas ideal pada 25 °C : -1600 kJ/kg

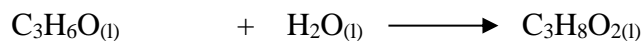
b. Air

Sifat – sifat fisika [7]

- Rumus Molekul : H₂O
- Bentuk : Cair
- Densitas : 1 g/mL
- Fase : liquid
- Berat Molekul : 18 g/mol
- Specific gravity : 0.99823 g/mL
- Tekanan kritis : 218,3 atm
- Temperatur kritis : 374,1 °C
- Titik didih : 100 °C at 101,32 Kpa
- Titik lebur : 0 °C
- Viskositas : 48,6 cP pada 25 °C
- Warna : tidak berwarna

Sifat – sifat kimia:

- Pelarut dalam berbagai macam bahan kimia
- Reaksi hidrolisis dengan air membentuk 1,2-Propandiol



Sifat Termodinamika [8]

- ΔH_c pada 273,16 °K : 4,4733 x 10⁻⁷ J/kmol
- Entalpi pembentukan gas ideal : - 24,1814 x 10⁻⁷ J/kmol
- Entropi gas ideal : 1,88724 x 10⁻⁵ J/kmol.K
- Kapasitas panas pada 213,16 °K : 0,7615 x 10⁻⁵ J/kmol.K
- Konduktivitas termal pada 273,16 °K : 0,01574 W. m. K

Komposisi bahan baku

- Penyedia bahan baku : Shaanxi Dideu Medichem Co., Ltd
- Kemurnian : 99%
- Impurities : 1% H₂O

1.4.2. Produk

a. 1,2-Propandiol

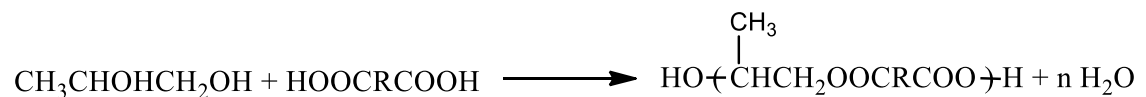
Sifat – sifat fisika: [9]

- Rumus Molekul : C₃H₈O₂
- Bentuk : Cair
- Densitas : 1,032 g/mL pada 25 °C

- Fase : liquid
- Berat Molekul : 76,1 g/mol
- Specific gravity : 1,040
- Tekanan kritis : 6,1 MPa
- Temperatur kritis : 626 °K
- Titik didih : 187,4 °C at 101,32 Kpa
- Titik lebur : -60 °C
- Viskositas : 48,6 cP pada 25 °C
- Warna : tidak berwarna

Sifat – sifat kimia [1]

- Mudah larut dalam air dan pelarut polar
- Bersifat tidak korosif serta tidak beracun
- Reaksi propilen glikol dengan asam basa atau polibasa menghasilkan poliester



Sifat termodinamika [8]

- ΔH_c pada 213,15 °K : 7,1374 x 10⁻⁷ J/kmol
- Entalpi pembentukan gas ideal : - 42,15 x 10⁻⁷ J/kmol
- Entropi gas ideal : 3,52 x 10⁻⁵ J/kmol.K
- Entalpi pembakaran standar : - 1,6476 x 10⁻⁹ J/kmol
- Kapasitas panas pada 213,15 °K : 1,5297 x 10⁻⁵ J/kmol.K
- Konduktivitas termal pada 460,75 °K : 0,02624 W. m. K

b. Dipropilen Glikol

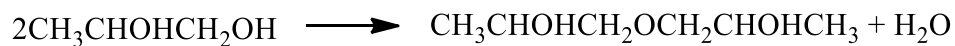
Sifat – sifat fisika: [1], [10]

- Rumus Molekul : C₆H₁₄O₃
- Bentuk : Cair
- Densitas : 1,022 g/mL pada 25 °C
- Fase : liquid
- Berat Molekul : 134,2 g/mol
- Specific gravity : 1,0252
- Titik didih : 232,2 °C at 101,32 Kpa
- Titik lebur : -40 °C

- Viskositas : 75,0 cP pada 25 °C
- Warna : tidak berwarna

Sifat – sifat kimia: [1], [2]

- Mudah larut dalam air
- Bersifat tidak korosif serta tidak beracun
- Reaksi dipropilen glikol dan tripropilen glikol dengan proses dehidrasi termal menghasilkan polieter



Sifat termodinamika [1]

- Entalpi pembentukan gas ideal pada 25 °C : 45,4 kJ/mol
- Entalpi pembakaran standar : - 628 kJ/mol
- Konduktivitas termal pada 25 °C : 0,1672 W. m. K

c. Tripropilen Glikol

Sifat – sifat fisika: [1]

- Rumus Molekul : $\text{C}_9\text{H}_{20}\text{O}_4$
- Bentuk : Cair
- Densitas : 1,019 g/mL pada 25 °C
- Fase : liquid
- Berat Molekul : 192,3 g/mol
- Specific gravity : 1,02
- Titik didih : 265,1 °C at 101,32 Kpa
- Titik lebur : -30 °C
- Viskositas : 57,2 cP pada 25 °C
- Warna : tidak berwarna

Sifat – sifat kimia: [1], [2]

- Mudah larut dalam air
- Bersifat tidak korosif serta tidak beracun
- Reaksi dipropilen glikol dan tripropilen glikol dengan proses dehidrasi termal menghasilkan polieter



Sifat termodinamika [1]

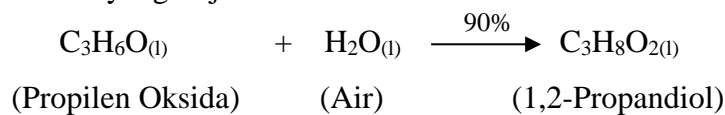
- Entalpi pembentukan gas ideal pada 25 °C : 35,4 kJ/mol

- Entalpi pembakaran standar : - 833 kJ/mol
- Konduktivitas termal pada 25 °C : 0,1582 W. m. K

1.5. Analisa Pasar

Pemasaran produk 1,2-Propandiol untuk memenuhi kebutuhan industri dalam negeri tersebar di seluruh Indonesia. Jika kebutuhan dalam negeri sudah dapat dipenuhi dengan baik maka pemasaran akan diarahkan menuju ke luar Indonesia. Maka untuk mengetahui analisis pasar perlu mengetahui potensi produk terhadap pasar [11]

Reaksi yang terjadi :



No	Bahan	Berat Molekul	Harga (U\$/Kg)
1.	Propilen Oksida	58,08	1,4
2.	Air	18	0
3.	1,2-Propandiol	76	2,88

Sumber: Alibaba.com, 2023[12]

Reaksi	C ₃ H ₆ O	H ₂ O	C ₃ H ₈ O ₂
1	-1	-1	+0,9
Jumlah	-1	-1	+0,9

$$\begin{aligned} EP &= \text{Produk} - \text{Reaktan} \\ &= (0,9 \times 1 \times \$2,88 \times 76) - (1 \times 1 \times \$1,4 \times 58,08) \\ &= \$ 115,680 \text{ kmol} \end{aligned}$$

Kurs dollar Bank Mandiri = Rp. 14.750,00,-

Berdasarkan hasil perhitungan diatas didapatkan kesimpulan bahwa pabrik 1,2-Propandiol untung dan dapat didirikan pada tahun 2027.[13]

1.6. Kapasitas Produksi

Untuk memenuhi kebutuhan 1,2-Propandiol di Indonesia, maka masih harus mengimpor dikarenakan belum ada pabrik 1,2-Propandiol yang berdiri di Indonesia. Karena peranan propilen glikol yang cukup penting, maka perlu didirikan pabrik yang berskala menengah ke atas guna mencukupi kebutuhan industri di Indonesia [13]

Tabel 1.2. Data Kebutuhan Impor 1,2-Propandiol di Indonesia[14]

Tahun	Jumlah Impor (Kg/Tahun)	Pertumbuhan	Kenaikan Impor (%)
2018	36547542	-	-
2019	36556024	0,000232081	0,023208127
2020	37023767	0,012795237	1,279523725
2021	37893291	0,023485563	2,348556267
2022	38794522	0,023783392	2,378339216
Kenaikan rata - rata		0,015074068	1,5074

Sumber: BPS, 2023

Dari data diatas terlihat kenaikan impor dan ekspor 1,2-Propandiol rata – rata sebesar 1,5074 %. Untuk itu perkiraan kapasitas produksi pabrik 1,2-Propandiol yang akan didirikan pada tahun 2027 dengan persamaan:

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

Dimana:

m = jumlah yang diperkirakan

p = nilai tahun terakhir

i = kenaikan rata – rata impor setiap tahun dalam %

n = selisih tahun (2022 – 2027) = 5 tahun

- Nilai impor pada tahun 2027 sebesar:

$$m_5 = P (1+i)^n$$

$$m_5 = 38794522 (1+0,01507)^5$$

$$m_5 = 41807969,07 \text{ kg/Tahun}$$

Pada umumnya kegiatan ekspor dapat memperlancar kinerja dari suatu pabrik, dimana pada umumnya asumsi ekspor pendirian pabrik sekitar 40-70 %. Oleh karena itu pendirian pabrik ini dapat diambil asumsi ekspor sebesar 40% dari kapasitas pabrik baru untuk menaikkan devisa negara, sehingga kebutuhan impor dapat diminimalisir.[13]

Dari hasil diatas maka dapat diperkirakan kapasitas pabrik 1,2-Propandiol yang didirikan pada tahun 2027 dengan persamaan dibawah ini:

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5$$

dimana:

m₁ = Nilai impor, asumsi m₁ = 0, dikarenakan pabrik berdiri sehingga impor dihentikan

m_2 = kapasitas pabrik lama, karena di Indonesia belum ada pabrik yang memproduksi 1,2-Propandiol, maka $m_2 = 0$

m_3 = kapasitas pabrik baru

m_4 = jumlah ekspor, diperkirakan 40% dari kapasitas pabrik baru

m_5 = konsumsi dalam negeri

Maka dari persamaan diatas dapat dihitung peluang kapasitas pabrik baru, yaitu:

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5$$

$$0 + 0 + m_3 = 0,4.m_3 + 41807969,07$$

$$m_3 = 69679948,45 \text{ kg/tahun}$$

$$m_3 = 69679,94 \text{ ton/tahun}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan kapasitas pabrik baru 1,2-Propandiol sebesar 70.000 ton/tahun.

1.7. Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik sangat penting dalam menentukan kemajuan dan keberlangsungan dari industri baik pada masa sekarang maupun pada masa yang akan datang karena hal ini berpengaruh pada faktor produksi dan distribusi pabrik yang didirikan.

Oleh karena itu perlu beberapa pertimbangan dalam memilih lokasi pabrik yang diharapkan dapat memberikan keuntungan yang optimum pada perusahaan dan juga memenuhi persyaratan bila ditinjau dari segala bidang. Dasar pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik dibagi menjadi dua golongan, yaitu:

1.7.1. Faktor Utama

a. Bahan baku

Suatu pabrik sebaiknya berada di daerah yang dekat dengan sumber bahan baku dan daerah pemasaran sehingga transportasi dapat berjalan dengan lancar. Bahan baku propilen oksida di impor dari Cina, yaitu dari pabrik Shaanxi Dideu Medichem Co., Ltd dengan kemurnian 99%. Pengadaan bahan baku harus dijaga, sehingga pabrik didirikan di daerah Gresik yang dekat dengan Pelabuhan ekspor-impor yaitu Pelabuhan JIPE, Manyar. Hal – hal yang perlu diperhatikan mengenai bahan baku diantaranya:

- Cara mendapatkan bahan baku dan pengangkutan.
- Kapasitas sumber bahan baku dan lama bahan baku tersebut dapat diandalkan pengadaannya.

- Kualitas bahan baku yang ada dan sesuai dengan persyaratan yang dibutuhkan.
- Letak sumber bahan baku.

b. Pemasaran produk (Marketing)

Pemasaran produk merupakan faktor penting yang ada dalam industri kimia. Sebagian besar kawasan industri di Indonesia berada di pulau Jawa, khususnya daerah Jawa Timur. Maka pemilihan lokasi di Gresik, pendistribusian produk lebih terjangkau dan kegiatan ekspor produk dapat dilancarkan lewat jalur laut melalui pelabuhan JIPE, Manyar. Hal – hal yang harus diperhatikan dalam pemasaran produk adalah:

- Jarak pemasaran dari lokasi, dan sarana pengangkutan daerah pemasaran.
- Kebutuhan produk saat sekarang dan akan datang.
- Tempat produk yang akan dipasarkan.

c. Utilitas

1. Air

Air merupakan kebutuhan penting bagi suatu pabrik industri kimia, baik itu untuk keperluan proses maupun untuk keperluan lainnya. Digunakan air laut untuk kebutuhan pabrik, dimana dekat dengan lokasi pabrik. Kebutuhan air ini berguna untuk proses, sarana utilitas, dan keperluan domestik. Untuk itu perlu diperhatikan mengenai:

- Sampai berapa jauh sumber ini dapat melayani kebutuhan pabrik.
- Kualitas sumber air yang tersedia.
- Pengaruh musim terhadap kemampuan penyediaan.

2. Listrik dan bahan bakar

Dalam pendirian suatu pabrik, tenaga listrik dan bahan bakar adalah faktor penunjang yang paling penting. Kebutuhan tenaga listrik untuk operasi pabrik dapat diperoleh dari Pembangkit Jawa Bali (PJB) kota Gresik, Jawa Timur. Disamping itu juga digunakan generator diesel (apabila listrik mati) yang bahan bakarnya di peroleh dari Pertamina. Hal- hal yang perlu diperhatikan adalah:

- Jumlah listrik dan harga tenaga listrik di daerah tersebut.
- Persediaan tenaga listrik di masa mendatang.
- Mudah atau tidaknya mendapatkan bahan bakar.

d. Kondisi Iklim

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

- Keadaan alam yang menyulitkan konstruksi akan mempengaruhi spesifikasi peralatan serta konstruksi peralatan.
- Keadaan angin yang mana kecepatan dan arah angin pada situasi terburuk yang pernah terjadi pada tempat tersebut yang akan mempengaruhi peralatan.
- Gempa bumi yang pernah terjadi.
Kemungkinan perluasan di masa yang akan datang.

1.7.2. Faktor Khusus

a. Transportasi

Lokasi yang di pilih dalam rencana pendirian pabrik ini merupakan kawasan industri, yang telah memiliki sarana pelabuhan dan pengangkutan darat sehingga pengadaan bahan baku dan distribusi produk dapat dilakukan melalui jalan darat maupun laut.

b. Tenaga kerja

Tenaga kerja merupakan modal untuk pendirian suatu pabrik. Dengan didirinya pabrik di daerah Gresik ini diharapkan akan dapat menyerap tenaga kerja yang cukup potensial yang cukup banyak terhadap di daerah tersebut. Hal-hal yang perlu diperhatikan:

- Mudah atau tidaknya mendapatkan tenaga kerja yang diinginkan.
- Keahlian dan pendidikan tenaga kerja yang ada.
- Tingkat penghasilan tenaga kerja di daerah tersebut.

Tenaga kerja pada daerah ini tersedia tenaga kerja terdidik maupun tidak terdidik serta tenaga kerja yang terlatih maupun tidak terlatih. Tenaga kerja untuk pabrik ini direkrut dari:

- Pengangguran tinggi lokal, masyarakat sekitar dan pengangguran lainnya.
- Tenaga ahli yang berasal dari daerah sekitar dan luar daerah.

c. Pembuangan Limbah

Hal ini berkaitan dengan pencegahan terhadap pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh sisa buangan pabrik yang berupa gas, cair maupun padat, dengan memperhatikan peraturan pemerintah.

d. Karakteristik lokasi

Lokasi pemilihan pabrik memiliki iklim rata-rata yang cukup baik. Seperti daerah lainya di Indonesia, Gresik memiliki iklim tropis. Bencana alam seperti gempa bumi,

tanah longsor dan banjir sangat jarang terjadi di Gresik , sehingga memungkinkan pabrik berjalan dengan lancar. Temperatur udara tidak pernah mengalami penurunan maupun kenaikan cukup tajam dimana temperatur udara berada diantara 30-35 °C dan tekanan udara berkisar pada 760 mmHg dan kecepatan udaranya sedang. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam memilih lokasi adalah:

- Apakah daerah tersebut merupakan lokasi bebas sawah, rawa, bukit, dan sebagainya.
- Daerah terbebas dari bencana
- Harga tanah dan fasilitas lainnya.

e. Keadaan masyarakat

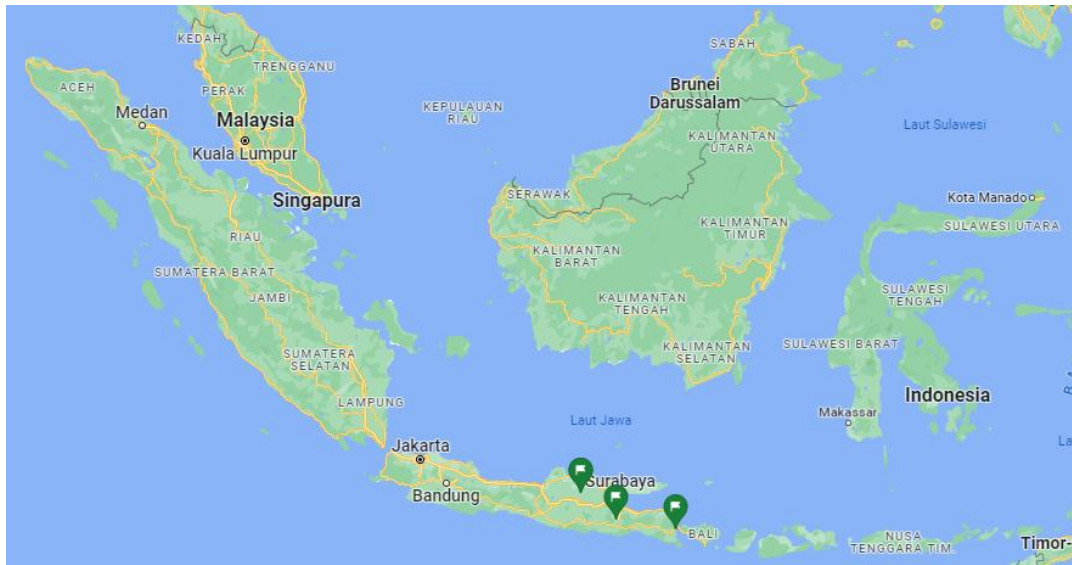
Gresik merupakan Kawasan industri, sehingga masyarakat sudah terbiasa dengan pendirian pabrik di sekitar mereka. Selain itu, masyarakat dapat mengambil keuntungan dengan adanya pendirian pabrik.

f. Peraturan perundang-undangan

Hal-hal yang perlu ditinjau:

- Ketentuan peraturan mengenai daerah tersebut.
- Ketentuan peraturan mengenai jalan umum yang ada.
- Ketentuan peraturan mengenai jalan umum bagi industri di daerah tersebut.

Berdasarkan pertimbangan kedua faktor di atas, daerah yang menjadi alternatif pilihan lokasi pendirian pabrik 1,2-Propandiol terletak di Jl. Kawasan Industri JIPE Gresik, Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Peta lokasi pabrik 1,2-Propandiol dapat dilihat pada gambar 1.4.



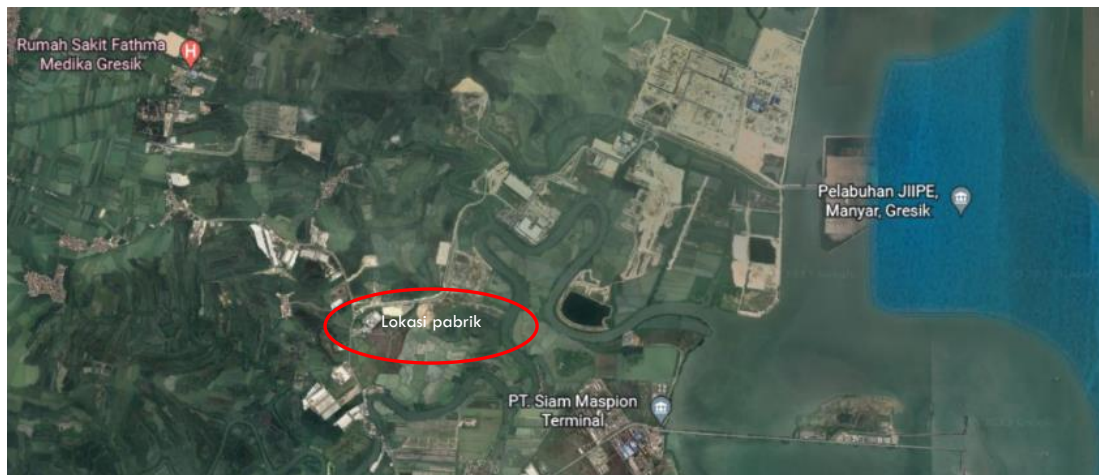
Gambar 1.1. Peta Indonesia



Gambar 1.2. Peta daerah Jawa Timur



Gambar 1.3. Peta daerah Gresik, Jawa Timur



Gambar 1.4. Peta lokasi pabrik 1,2-Propandiol