

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam perkembangan industri terbaru di Indonesia terus mengalami peningkatan. Dikarenakan perkembangan industri semakin meningkat maka baik bahan baku maupun penunjang perlu diperhatikan ketersediaannya. Dalam hal ini Indonesia masih banyak mendatangkan bahan baku dan bahan penunjang dari luar negeri. Apabila bahan baku dan penunjang dapat diproduksi didalam negeri maka akan produk industri akan lebih terjangkau dan diharapkan bahan baku dan bahan penunjang tersebut dapat diekspor ke luar negeri.

Etilen glikol ($\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$) yang biasanya disebut dengan glikol. Etilen glikol adalah cairan bening, tidak bewarna, tidak berbau dengan rasa manis. Etilen glikol adalah zat higroskopis dan akan larut pada pelarut polar. Etilen glikol adalah bagian dari senyawa diol yang paling sederhana. Etilen glikol memiliki berat molekul sebesar 62,7 dengan titik didih $197.6\text{ }^\circ\text{C}$ pada 1 atm ^[1].

Pada awalnya etilen glikol digunakan sebagai perantara untuk bahan peledak selama perang dunia I, sejak saat itu etilen glikol berkembang menjadi bahan utama untuk produk industri. Pada saat ini etilen glikol digunakan sebagai bahan anti beku yang digunakan pada radiator dan sebagai bahan baku pembuatan serat poliester^[1].

Pada saat ini indonesia masih membutuhkan penyediaan etilen glikol dalam jumlah besar untuk memenuhi kebutuhan industri di indonesia. Sampai saat ini etilen glikol masih banyak melakukan kegiatan impor dari beberapa negara seperti Amerika, Inggris, Thailand, Taiwan, Jerman, Cina dan negara lainnya^[2].

Maka dari itu berdasarkan kebutuhan dan kegunaan produk maka pendirian pabrik etilen glikol di Indonesia harus dilakukan untuk mengurangi kegiatan impor dengan memanfaatkan memanfaatkan sumber daya di Indonesia.

1.2. Sejarah Perkembangan Industri

Etilen glikol pertama kali dipersiapkan oleh Wurtz pada tahun 1859. Pada perlakuan pertama, etilen glikol dibuat dari 1,2 – dibromoetana dengan perat asetat yang akan membentuk etilen glikol diasetat yang kemudian akan dihidrolisis untuk dirubah menjadi etilen glikol^[1].

Pada tahun 1937 aplikasi secara komersial dilakukan yaitu dengan mengoksidasi etilen menjadi etilen oksida dan diikuti dengan hidrolisis etilen oksida menjadi sumber

komersial utama yaitu produk etilen glikol. Hidrolisis etilen oksida dapat berlangsung dengan menggunakan katalis asam atau basa ataupun tanpa katalis dalam medium netral^[3].

Etilen glikol pertama kali diproduksi di Amerika dengan bahan baku etilen klorohidrin yang dibuat dari etilena dan asam hipoklorit. Klorohidrin dapat dikonversi langsung ke etilen glikol dengan hidrolisis menggunakan basa, umumnya kaustik atau campuran kaustik dengan bikarbonat^[3].

U.S. Industrial Chemicals, Inc. Menggunakan katalis asam sulfat pada suhu sedang untuk memproduksi glikol yang mengandung asam. Cara ini membutuhkan langkah tambahan dalam pemurnian untuk menghilangkan katalis^[3].

Perusahaan Du Pont secara komersial memproduksi etilen glikol dari karbon monoksida, metanol, hidrogen, dan formaldehida sampai tahun 1968. Dimana metanol dan formaldehida diproduksi dari syngas yang berasal dari batu bara^[3].

Pada tahun 1978 dan 1979, Oxirane menghentikan proses pembuatan etilen glikol mereka karena disebabkan oleh masalah korosi. Hal ini disebabkan oleh katalis dan asam asetat yang sangat korosif dan akan membutuhkan bahan konstruksi yang mahal. Jumlah etilen glikol dan diasetat sulit untuk dipisahkan dan akan membatasi nilai glikol untuk poliester manufaktur^[3].

1.3. Kegunaan Produk

Etilen glikol banyak digunakan untuk berbagai macam penggunaan. Beberapa aplikasipenggunaan etilen glikol:

- Bahan anti beku pada sistem pendinging industri
- Sebagai anti korosi yang biasa digunakan pada kendaraan bermotor, unit tenaga surya, pompa panas, sistem pemanas air, dan sistem pendingin industri.
- Bahan baku pembuatan serat poliester
- Bahan baku botol yang dapat didaur ulang
- Penggunaan lainnya sebagai bahan penahan kelembaban, plasticizer, pelembut, cairan hidrolik, dan pelarut^[1].

1.4. Sifat Kimia dan Fisika Bahan Baku dan Produk

1.4.1. Bahan Baku Utama

A. Etilen Oksida^[3]

Sifat-sifat fisik

- Rumus molekul : C_2H_4O 99%
- Massa molekul : 44,05 g/mol
- Bentuk : gas
- Densitas (20 °C) : 0,8697 kg/L
- Warna : tidak berwarna
- Titik beku : -111,7 °C
- Titik didih : 10,4 °C
- Viskositas (20 °C) : 0,26 mPa.S
- Tekanan kritis : 7,19 mPa
- Temperature kritis : 195,8 °C

Sifat-sifat kimia

Etilen oksida adalah senyawa yang sangat mudah bereaksi (reaktif), biasanya reaksinya dimulai dengan terbakarnya struktur cincinnya dan umumnya bersifat eksotermis. Suatu ledakan dapat terjadi jika etilen oksida dalam bentuk uap mendapatkan pemanasan yang berlebihan. Sifat kimia dari etilen oksida diantaranya adalah:

1. Dekomposisi Etilen Oksida dalam bentuk gas akan mulai terdekomposisi pada 400°C membentuk CO , CH_4 , C_2H_4 , H_2 atau CH_3CHO . Langkah pertama yang terjadi adalah isomerisasi menjadi asetaldehid.
2. Reaksi dengan atom hidrogen labil Etilen bereaksi dengan senyawa yang mengandung atom hidrogen yang labil dan membentuk gugus hidroksil etil.
3. Reaksi oleh senyawa ikatan rangkap Etilen oksida dapat bereaksi dengan senyawa-senyawa berikatan rangkap (double bond) membentuk senyawa siklis, misalnya dengan CO_2 .
4. Isomerisasi katalitik Etilen oksida dapat bereaksi membentuk asetaldehid dengan bantuan katalis Ag, pada kondisi tertentu.
5. Reduksi menjadi etanol Reduksi etilen oksida menjadi etanol dapat dilakukan dengan katalis Ni, Cu, Cr, dan Al_2O_3 .

6. Reaksi dengan pereaksi Grignard Reaksi etilen oksida dengan pereaksi Grignard menghasilkan senyawa dengan gugus hidroksil primer.

B. Air^[3]

Sifat-sifat fisik

- Rumus molekul : H₂O
- Massa molekul : 18,015 g/mol
- Bentuk : cair
- Densitas (25 °C) : 0,99987 g/cm³
- Warna : tidak berwarna
- Titik beku : 0 °C
- Titik didih : 100 °C
- Viskositas (25 °C) : 0,8949 mPa.S

Sifat-sifat kimia

Air memiliki jenis ikatan hidrogen pada molekulnya. Ketika senyawa ionik seperti natrium klorida ditambahkan ke dalam air, ikatan hidrogen akan menarik senyawa ionik tersebut, sehingga air dapat dikatakan sebagai pelarut murni. Air membutuhkan panas berlebih untuk menaikkan temperatur dibandingkan senyawa lain untuk memutuskan ikatan hidrogennya, sehingga memiliki kapasitas panas yang tinggi. Air dapat bereaksi dengan senyawa organik dan membentuk berbagai jenis produk.

1.4.2. Produk

A. Etilen glikol^[3]

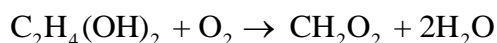
Sifat-sifat fisik

- Rumus molekul : HOCH₂CH₂O 99.1%
- Massa molekul : 62,07 g/mol
- Bentuk : cair
- Densitas (20 °C) : 1,1155 g/cm³
- Warna : tidak berwarna
- Titik beku : -13 °C
- Titik didih : 197,6 °C
- Viskositas (20 °C) : 20,9 mPa.S

Sifat-sifat kimia

Monoetilen glikol merupakan cairan yang jernih, tidak berwarna tidak berbau

dengan rasa manis, dapat menyerap air dan dapat dicampur dengan beberapa pelarut polar seperti air, alkohol, glikol eter dan aseton. Kelarutan dalam larutan nonpolar rendah seperti benzena, toluen, dikloroetan, dan kloroform. Etilen glikol dapat dengan mudah dioksidasi menjadi bentuk aldehid dan asam karboksilat oleh oksigen dan asam nitrit. Kondisi reaksi yang bervariasi dapat mempengaruhi formasi dari hasil oksidasi yang diinginkan. Oksidasi fase gas dengan udara membentuk glioksal, dengan penambahan katalis Cu.



Etilen glikol bereaksi dengan etilen oksida membentuk di-, tri-, tetra-, dan polietilen glikol

1.4.3. Produk Samping

A. Dietilen glikol^[3]

Sifat-sifat fisik

- Rumus molekul : $\text{HO}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_2\text{H}$
- Massa molekul : 106,12 g/mol
- Bentuk : cair
- Densitas (20 °C) : 1,1185 g/cm³
- Warna : tidak berwarna
- Titik beku : -6,5 °C
- Titik didih : 245,8 °C
- Viskositas (20 °C) : 36 mPa.S

Sifat-sifat kimia

- Dietilen glikol terkondensasi dengan amina primer membentuk struktur siklis seperti metal amina
 - Dietilen glikol bereaksi dengan metal amina membentuk N-metilmorfolin 3.
- Larut dalam air, alkohol, etilen glikol, eter, dan aseton

B. Trietilen glikol^[3]

Sifat-sifat fisik

- Rumus molekul : $\text{HO}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_3\text{H}$
- Massa molekul : 150,17 g/mol
- Bentuk : cair
- Densitas (20 °C) : 1,1255 g/cm³

- Warna : tidak berwarna
- Titik beku : -4,3 °C
- Titik didih : 288 °C
- Viskositas (20 °C) : 49 mPa.S

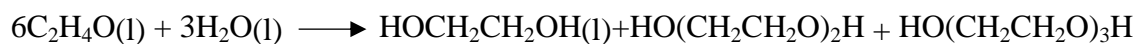
Sifat-sifat kimia

Trietilen glikol dapat dibuat langsung dengan mereaksikan etilen oksida dengan dietilen glikol, mudah larut dalam air

1.5. Analisa Pasar

1.5.1. Analisa Ekonomi

Dalam pemasaran produk etilen glikol diutamakan untuk memenuhi kebutuhan industri dalam negeri yang tersebar di seluruh Indonesia. Apabila kebutuhan dalam negeri sudah terpenuhi maka dapat dipasarkan hingga ke luar negeri (ekspor). Maka untuk mengetahui analisa pasar perlu mengetahui potensi produk terhadap pasar.



Tabel 1.1. Tabel Daftar Harga Bahan dan Produk^[4]

No	Bahan	Berat molekul	Harga (U\$/kg)
1	C ₂ H ₄ O	44,05	0,9
2	H ₂ O	18,015	0,196
3	HOCH ₂ CH ₂ OH	62,07	2,9
4	HO(CH ₂ CH ₂ O) ₂ H	106,12	2,3
5	HO(CH ₂ CH ₂ O) ₃ H	150,17	9,9

Tabel 1.2. Analisa Kebutuhan Dan Hasil Reaksi Pada Etilen Glikol

Reaksi	Komponen				
	C ₂ H ₄ O	H ₂ O	HOCH ₂ CH ₂ OH	HO(CH ₂ CH ₂ O) ₂ H	HO(CH ₂ CH ₂ O) ₃ H
1	-6	-3	+1	+1	+1
Total	-6	-3	+1	+1	+1

$$\begin{aligned}
 \text{Economic Potential} &= \text{Produk} - \text{Reaktan} \\
 &= \{(1 \times 62,07 \times \text{U\$ } 2,9) + (1 \times 106,12 \times \text{U\$ } 2,3) + (1 \times 150,17 \times \\
 &\quad \text{U\$9,9})\} - \{(-6 \times 44,05 \times \text{U\$ } 0,9) + (-3 \times 18,015 \times \text{U\$ } 0,196)\} \\
 &= \text{U\$ } 2153,4248/\text{kmol C}_2\text{H}_4\text{O}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas didapatkan bahwa pabrik etilen glikol menguntungkan dan dapat didirikan pada tahun 2026.

1.5.2. Menentukan Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi dari suatu pabrik perlu adanya perencanaan sebelum mendirikan suatu pabrik. Jumlah tersebut dapat mengatasi kebutuhan etilen glikol di dalam negeri dan kebutuhan luar negeri. Untuk memperkirakan kapasitas produksi dapat ditentukan menurut nilai konsumsi setiap tahun dan dengan melihat perkembangan industri dalam beberapa waktu berikutnya.

Tabel 1.3. Data Impor Etilen Glikol di Indonesia^[2]

No	Tahun	Jumlah (kg)	Jumlah (ton)	Pertumbuhan
1	2017	40059000	40.059	
2	2018	42202000	42.202	5 %
3	2019	43204000	43.204	2 %
4	2020	37188000	37.188	-14 %
5	2021	43822000	43.822	18 %
Rata – rata				13 %

Tabel 1.4. Data Ekspor Etilen Glikol di Indonesia^[2]

No	Tahun	Jumlah (kg)	Jumlah (ton)	Pertumbuhan
1	2017	51792020	51.792,02	
2	2018	76791310	76.791,31	48%
3	2019	44468470	44.468,47	-42%
4	2020	29670830	29.670,83	-33%
5	2021	4354721	4.354,721	-85%
Rata – rata				-28%

Tabel 1.5. Data Produksi Etilen Glikol di Indonesia

No	Tahun	Jumlah (kg)	Jumlah (ton)	Pertumbuhan
1	2016	19800000	19.800	
2	2017	21900000	21.900	11%
3	2018	23100000	23.100	5%
4	2019	18800000	18.800	-19%
5	2020	13700000	13.700	-27%
Rata – rata				-7%

Dalam perencanaan pabrik yang akan didirikan pada tahun 2026 ini memerlukan data impor. Untuk data impor etilen glikol yang dikali 100%

Digunakan adalah tahun 2017 – 2021, sehingga perkiraan penggunaan etilen glikol pada tahun 2026 dapat dihitung. Menggunakan rumus berikut:

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

Dimana:

m = jumlah yang diperkirakan pada tahun 2026 (ton/tahun)

P = jumlah impor tahun 2021 (ton/tahun)

i = rata – rata kenaikan impor tiap tahun (%)

n = jangka waktu pabrik berdiri (2021 - 2026) = 5 tahun

Dari kebutuhan etilen glikol di Indonesia, maka dapat diperkirakan kapasitas impor etilen glikol pada tahun 2026 adalah

$$\begin{aligned} m_5 &= P (1 + i)^n \\ &= 43.822 (1 + 0,13)^5 \\ &= 80.739,19 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Menghitung kapasitas pabrik etilen glikol (m_3) pada tahun 2026

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5 \quad (\text{Kusnarjo, 2010}).$$

Dimana:

m_1 = Nilai impor tahun 2026

m_2 = Produksi pabrik di dalam negeri

m_3 = Kapasitas pabrik yang akan didirikan, (ton/tahun)

m_4 = Nilai ekspor tahun 2026, diperkirakan 40% dari kapasitas pabrik baru (kg/tahun)

m_5 = Nilai konsumsi dalam negeri tahun (kg/tahun)

Maka,

$$\begin{aligned} m_3 &= (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2) \\ m_3 &= (0,4m_3 + 80.739,19) - (0 + 23.100) \\ m_3 &= 96.065,32 \text{ ton/tahun} \\ m_3 &= 100.000 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Maka setelah dilakukan perhitungan didapatkan bahwa kapasitas produksi pabrik etilen glikol pada tahun 2026 adalah sebesar 100.000 ton/tahun.

1.6. Lokasi Pabrik

Dalam penentuan letak lokasi pabrik sangat penting dan menentukan kemajuan dan keberlangsungan dari suatu industri itu sendiri. Baik untuk saat ini dan untuk waktu ke depannya. Dalam penentuan letak lokasi pabrik akan mempengaruhi proses produksi dan distribusi dari pabrik tersebut. Pemilihan lokasi juga memperhitungkan biaya produksi dan distribusi yang minimal serta pertimbangan sosiologi dan budaya masyarakat di lokasi pabrik berada.

Dalam pembangunan pabrik, tata letak pabrik dan tata letak peralatan proses merupakan faktor penting dalam operasional pabrik. Dua faktor tersebut adalah faktor penting yang tidak terpisahkan karena akan berpengaruh terhadap ekonomi dan keuntungan. Beberapa faktor yang dianggap penting dalam penentuan lokasi:

1. Faktor utama :

A. Penyediaan bahan baku

Hal – hal yang perlu diperhatikan mengenai bahan baku adalah :

- Letak sumber bahan baku
- Kapasitas sumber bahan baku
- Kualitas bahan baku yang digunakan
- Cara mendapatkan bahan baku dan pengangkutan

B. Pemasaran

Hal – hal yang perlu diperhatikan mengenai pemasaran adalah :

- Dimana hasil produksi akan dipasarkan
- Proyeksi daya serap pasar dan prospek dimasa yang akan datang
- Pengaruh persaingan
- Jarak pemasaran dan bagaimana cara pengangkutan untuk mencapai daerah

pemasaran

C. Persediaan air

Air dapat diperoleh dari beberapa sumber, yaitu :

- Air sungai, air danau, ataupun sumber air
- Air kawasan industri
- Air dari perusahaan air minum

Apabila jumlah air yang dibutuhkan sangat besar maka sumber utama pengambilan air yaitu sungai dikarenakan jauh lebih ekonomis.

Hal – hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan sumber air :

- Kemampuan sumber air untuk memenuhi kebutuhan pabrik
- Kualitas air yang tersedia
- Pengaruh musim terhadap kesediaan air

D. Listrik dan bahan bakar

Hal – hal yang perlu diperhatikan :

- Ada atau tidaknya tenaga listrik serta jumlahnya
- Harga listrik dan bahan bakar
- Persediaan listrik dan bahan bakar dimasa mendatang
- Mudah tidaknya mendapat bahan bakar

2. Faktor khusus :

A. Transportasi

Dalam hal ini transportasi perlu diperhatikan, karena akan berpengaruh terhadap proses pengangkutan bahan baku, bahan bakar, dan produk yang dihasilkan, yang akan berkaitan dengan fasilitas yang ada, meliputi :

- Jalan raya
- Pelabuhan

B. Tenaga kerja

Hal – hal yang perlu diperhatikan :

- Mudah atau sulitnya mendapat tenaga kerja dilingkungan sekitar pabrik
- Tingkat penghasilan tenaga kerja didaerah pabrik
- Perburuhan dan serikat buruh

C. Peraturan dan perundang –undangan

Hal – hal yang perlu diperhatikan :

- Ketentuan – ketentuan mengenai daerah tersebut
- Ketentuan mengenai jalan umum yang ada
- Ketentuan mengenai jalan umum bagi industri disekitar

D. Karakteristik lokasi

Hal – hal yang perlu diperhatikan :

- Jenis tanah yang berada dilokasi tersebut yang akan mendukung terhadap pondasi bangunan pabrik
- Harga tanah
- Penyediaan dan fasilitas tanah apabila terjadi peluasan pabrik

E. Faktor lingkungan

Hal – hal yang perlu diperhatikan :

- Adat istiadat disekitar lokasi pabrik
- Fasilitas tempat tinggal, sekolah, rumah sakit, dan tempat ibadah
- Fasilitas tempat hiburan

F. Pembuangan limbah

Hal ini terkait dengan pencegahan terhadap pencemaran lingkungan pada sekitar pabrik. Pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh unit pembuangan limbah dapat berupa limbah gas, cair maupun padatan. Pembuangan limbah harus memperhatikan ketentuan yang berlaku pada daerah tersebut.

Berdasarkan faktor – faktor diatas maka pabrik etilen glikol di Indonesia direncanakanberlokasi di daerah Kawasan Industri Terpadu Wilmar yang berada di Jl. Raya Bojonegara, Ds. Terate, Kec. Kramatwatu, Kab. Serang, Banten. Dimana pemilihan lahan tersebut memiliki alasan :

1. Penyediaan Bahan Baku

Bahan baku utama yang digunakan dalam pembuatan etilen glikol adalah etilen oksida dan air. Kebutuhan etilen oksida didapatkan dari PT. Polychem Indonesia Tbk dan berasal dari Guangdong Huate Gas Co., Ltd., China dengan lama pengiriman 4 – 5 minggu. Sementara untuk kebutuhan air dapat diambil dari air kawasan.

2. Transportasi

Dalam proses pembelian bahan baku dapat melalui jalur laut maupun jalur darat. Karena pada kawasan industri ini dekat dengan pelabuhan dan dekat dengan pintu keluar jalan tol sehingga akan mempermudah proses transportasi baik saat proses

pembelian bahan maupun pendistribusian produk.

3. Kebutuhan Air

Air yang akan digunakan berasal dari sungai maupun laut yang sebelumnya telah diolah terlebih dahulu menggunakan unit utilitas untuk kemudian digunakan sebagai air proses. Apabila air proses berasal dari air kawasan maka tidak perlu adanya unit pengolahan air. Sementara untuk air sanitasi berasal dari sistem kawasan industri yang telah tersedia.

4. Kebutuhan Tenaga Listrik dan Bahan Bakar

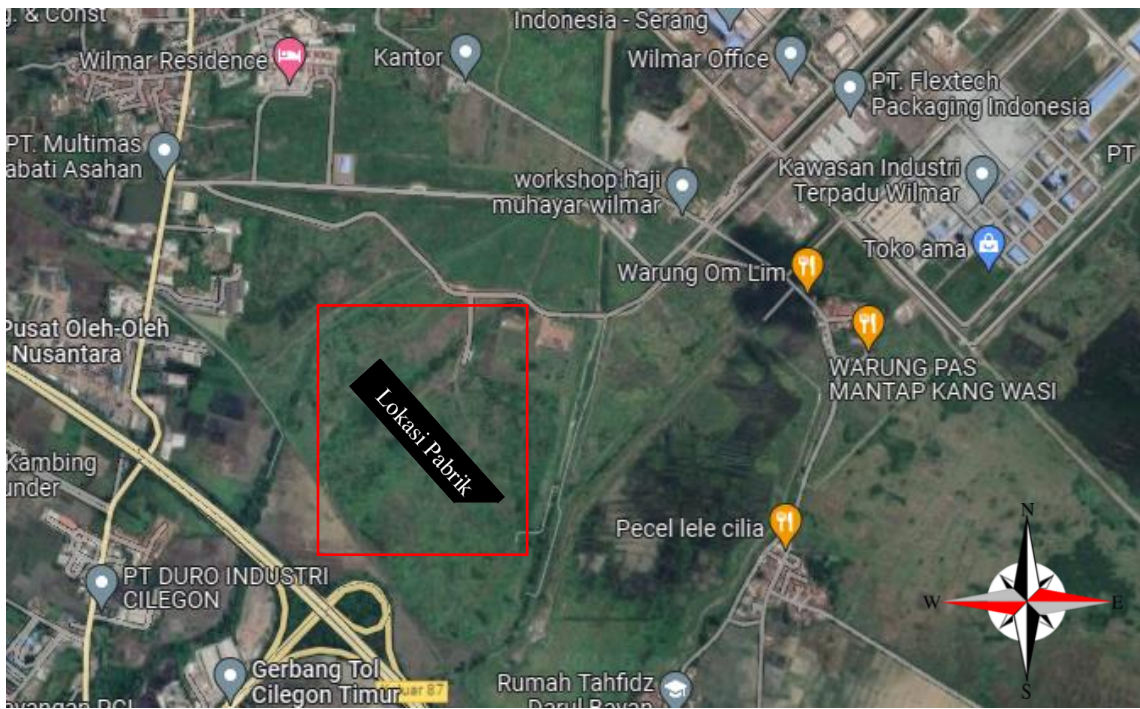
Listrik didapatkan dari PLN dan generator solar yang menggunakan bahan bakar dari supplier.

5. Tenaga Kerja

Sebagai kawasan industri, daerah ini merupakan tujuan dari para pencari kerja. Tenaga kerja ini merupakan tenaga kerja terdidik maupun yang belum terdidik.

6. Biaya untuk tanah

Tanah yang tersedia untuk lokasi pabrik masih cukup luas dan masih dalam harga terjangkau.



Gambar 1.1. Lokasi Pabrik Etilen Glikol