

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Etil klorida merupakan bahan kimia yang digunakan dalam bidang industri obat-obatan atau farmasi, refrigeran, dan bahan pembuat senyawa organik. Salah satu fungsi dari etil klorida yaitu digunakan untuk memproduksi Tetra Etil Lead (TEL), zat adiktif yang ditambahkan ke dalam untuk menaikkan bilangan oktan. Selain untuk memproduksi TEL, etil klorida juga digunakan sebagai bahan dasar pembuatan etil selulosa yaitu senyawa kimia yang terutama untuk industri plastik dan *varnish* (Mc. Ketta and Cunningham, 1979).

Pada abad ke-15 etil klorida pertama kali di produksi dari etil alkohol dan hidrogen oleh Valentine. Tetapi pembuatan etil klorida secara industri baru dimulai pada tahun 1922 di USA, sebagai bahan dasar pembuatan Tetra Etil Lead (TEL). TEL merupakan bahan tambahan yang digunakan untuk meningkatkan kualitas bahan bakar yang berfungsi anti knocking (Kirk and Othmer, 1979)

Kebutuhan etil klorida di Indonesia masih harus mengimpor, padahal bahan baku berupa etil alkohol dan hidrogen klorida mudah didapatkan di dalam negeri. Sehingga dengan dikembangkan produksi etil klorida, diharapkan dapat menekan ketergantungan negara Indonesia untuk memproduksi etil klorida dari impor. Hal tersebut dapat merangsang pertumbuhan ekonomi, disamping akan menyerap tenaga kerja yang banyak, baik tenaga ahli, menengah maupun tenaga kasar. Mengingat terbatasnya produsen etil klorida di Asia, maka pendirian pabrik etil klorida di Indonesia dinilai juga dapat mendatangkan keuntungan yang besar, berorientasi untuk ekspor ke negara-negara Asia.

Semakin meningkatnya perkembangan industri kimia di Indonesia maka permintaan akan etil klorida pada tahun-tahun mendatang diperkirakan juga akan mengalami peningkatan. Oleh karena itu pabrik etil klorida perlu didirikan di Indonesia dengan beberapa pertimbangan:

1. Dapat menurunkan jumlah impor etil klorida sehingga dapat menghemat devisa negara, dan dimungkinkan nanti mampu mengekspor etil klorida sehingga menambah devisa negara.
2. Sebagai pemasok bahan baku bagi industri-industri dalam negeri yang menggunakan etil klorida sebagai bahan bakunya.
3. Membuka lapangan kerja sehingga membantu mengatasi masalah pengangguran.
4. Meningkatkan kesejahteraan penduduk di sekitar pabrik.
5. Merangsang dan membantu tumbuh berkembangnya industri yang menggunakan bahan dasar atau bahan pembantu etil klorida.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Pada umumnya, etil klorida sangat penting dalam pembuatan *butyl rubber*, senyawa *organosilicon*, *ethylation agent* untuk memproduksi etil merkaptan dan digunakan pada ekstraksi lemak dan minyak. Pada industri kendaraan bermotor TEL digunakan untuk bahan aditif, sedangkan pada industri plastik etil klorida digunakan untuk pembuatan etil selulosa. Indonesia merupakan salah satu negara yang membutuhkan etil klorida. Pemenuhan terhadap kebutuhan etil klorida tersebut dilakukan dengan cara mengimpor dan penggunaannya cenderung meningkat dari tahun ke tahun. Kebutuhan pasar domestik yang terus meningkat tersebut menyebabkan penting adanya pertimbangan pembangunan pabrik etil klorida. Untuk memenuhi kebutuhan di dalam negeri, maka dibutuhkan suatu usaha yakni dengan cara membuat prarancangan pabrik pembuatan etil klorida di Indonesia.

## **1.3 Tujuan Prarancangan Pabrik**

Adapun tujuan Prarancangan pabrik etil klorida dari etanol dan asam klorida dengan proses hidroklorinasi etanol ini adalah:

1. Untuk memenuhi syarat sebagian dari Syarat-syarat yang diperlukan untuk memperoleh Ijazah Sarjana.

2. Menerapkan disiplin ilmu teknik kimia, khususnya pada mata kuliah Operasi Teknik Kimia, Instrumentasi Proses, Perancangan Alat Proses, dan Perancangan Proses Pabrik Kimia sehingga akan memberikan gambaran kelayakan prarancangan pabrik pembuatan etil klorida.
3. Untuk memenuhi kebutuhan etil klorida dalam negeri yang selama ini masih diimpor dari negara lain dan selanjutnya dikembangkan untuk bertujuan ekspor.
4. Memberi lapangan pekerjaan dan memicu peningkatan produktivitas rakyat yang pada akhirnya akan meningkatkan kesejahteraan rakyat.

#### **1.4 Manfaat Prarancangan Pabrik**

Manfaat yang ingin dicapai adalah terbukanya lapangan kerja dan memacu rakyat untuk meningkatkan produksi dalam negeri dan akhirnya akan meningkatkan kesejahteraan rakyat. Disamping itu juga untuk memanfaatkan sumber daya alam dan memberikan nilai ekonomis pada bahan baku agar menjadi produk yang bermanfaat.

#### **1.5 Batasan Masalah**

Penyusunan dan penyelesaian tugas prarancangan pabrik etil klorida ini, membatasi bahan baku utama yaitu dari etil alkohol dan hidrogen klorida menggunakan metode hidroklorinasi etil alkohol. Pada pembuatan *flowsheet* ini juga dibatasi menggunakan Aspen HYSYS.

#### **1.6 Penentuan Kapasitas Pabrik**

Kapasitas produksi suatu pabrik perlu direncanakan dalam mendirikan pabrik agar dapat mengantisipasi permintaan kebutuhan baik dalam negeri maupun di luar negeri. Pabrik etil klorida direncanakan berdiri pada tahun 2029 dengan peluang kapasitas yang ditujukan untuk menutupi nilai impor dari luar negeri. Kebutuhan dunia akan etil klorida setiap tahun mengalami kenaikan. Dengan demikian, maka peluang pasar etil klorida masih luas dan dapat diperebutkan. Pada

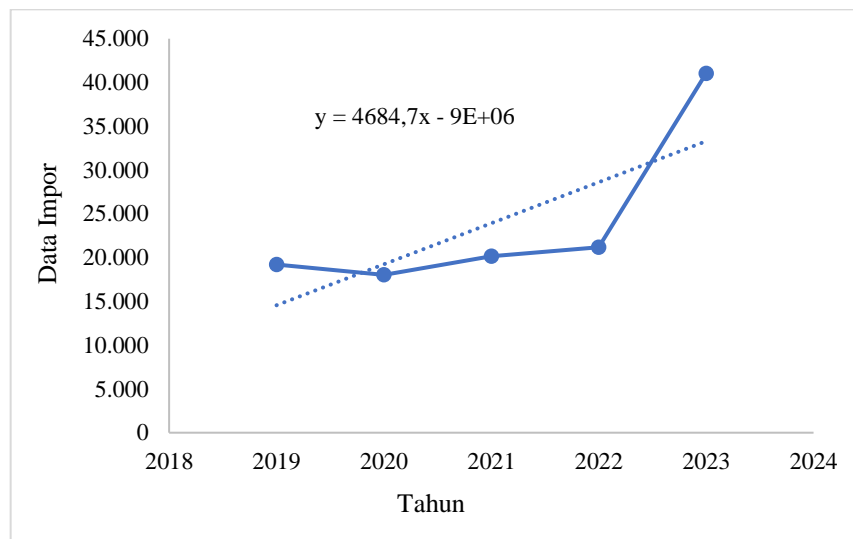
saat ini kebutuhan etil klorida di Indonesia sebagian besar diimpor dari negara- negara lain seperti Jepang dan USA dapat ditunjukkan pada tabel 1.1

**Tabel 1.1** Data Kebutuhan Etil Klorida di Indonesia

No.	Tahun	Impor (Ton)
1	2019	19.203
2	2020	18.023
3	2021	20.157
4	2022	21.180
5	2023	41.048

(Sumber: Badan Pusat Statistik)

Untuk menghitung kapasitas dapat dilakukan dengan cara ekstrapolasi berdasarkan data pada Tabel 1.1, dimana x merupakan tahun ke- berapa pabrik akan didirikan dan y merupakan nilai impor etil klorida. Dari data yang ada didapatlah hasil plot antara tahun dan impor yang merupakan sebuah grafik dapat dilihat pada Gambar 1.1.



**Gambar 1.1** Grafik Hubungan Antara Tahun Pendirian Pabrik Vs Impor

Berdasarkan persamaan yang diperoleh pada gambar 1.1 maka diperoleh data impor etil klorida di Indonesia yang diperlihatkan pada Tabel 1.2

**Tabel 1.2** Hasil Ekstrapolasi Data Impor Etil Klorida di Indonesia

No.	Tahun	Impor (Ton)
1.	2024	48183,2

2.	2025	48651,7
3.	2026	49120,2
4.	2027	49588,6
5.	2028	50057,1
6.	2029	50525,6

Data ekstrapolasi tersebut telah diperoleh untuk kapasitas industri yang menghasilkan etil klorida. Jika dilihat dari data extrapolasi kebutuhan etil klorida ada peningkatan dari tahun ketahun. Peningkatan tersebut sebesar 468,5 Ton/Tahun. Adapun pabrik yang sudah mendirikan produk etil klorida dapat dilihat pada Tabel 1.3.

**Tabel 1.3** Data Pabrik Etil Klorida yang Sudah Didirikan

<b>Produsen</b>	<b>Lokasi</b>	<b>Kapasitas (ton/tahun)</b>
Dow Chemical	Freeport, Texas	4.540
Dupont	Deepwater, New Jersey	45.400
Ethyl Chloride	Pasadena, Texas	72.600
PPG	Lake Charles, LA	56.700

(Sumber: <http://www.icis.com>)

Mengacu dari data diatas, maka didapatkan kapasitas pabrik baru yang akan dibangun di Indonesia pada tahun 2029 adalah 50.000 Ton/tahun. Di mana kapasitas baru tersebut digunakan sebanyak 60% untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan sisanya untuk memenuhi kebutuhan luar negeri. Negara-negara yang akan menjadi pengimpor produk etil klorida yaitu Malaysia, Singapura, Italia, Belgia, Perancis, dan India.

## 1.7 Pemilihan Proses

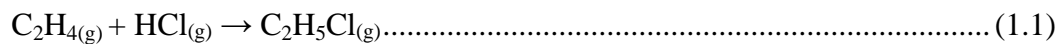
Pembuatan *ethyl chloride* dibagi menjadi 3 macam, yaitu:

1. Proses Hidroklorinasi Etilen
2. Proses Klorinasi Etana

### 3. Proses Hidroklorinasi Etil Alkohol

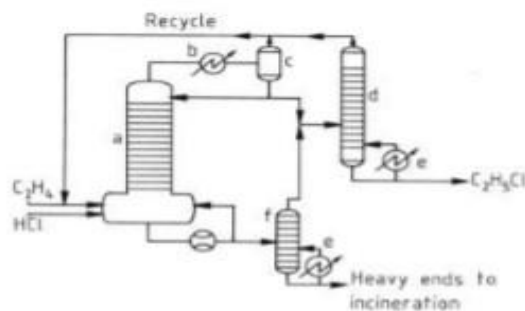
#### 1.7.1 Proses Hidroklorinasi Etilen

Adapun proses hidroklorinasi etilen yaitu proses reaksi kimia yang terjadi antara etilen dan asam klorida sehingga menghasilkan produk etil klorida. Hidroklorinasi etilen menjadi etil klorida dapat terjadi pada fasa uap dan fasa cair. Reaksi yang terjadi dapat ditunjukkan pada persamaan 1.1:



Bila proses berlangsung pada fasa gas, reaksi terjadi pada reaktor *fixed bed* dengan menggunakan katalis dan produk reaktor berupa gas masuk ke proses pemurnian. Proses berlangsung pada temperatur 175°C hingga 180°C dan tekanan 17 atm, dengan katalis zing klorida yang didukung seng klorida diatas alumina berpori. Konversi setiap proses sebesar 90% dan *yield* yang dihasilkan sebesar 99,5%. Proses fasa uap ini sulit karena sulitnya regenerasi katalis dan memerlukan sistem pendingin untuk menjaga temperatur reaksi tetap.

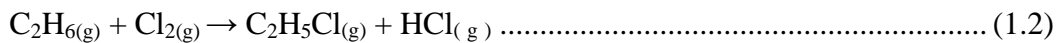
Pada proses fasa gas, uap etilen dan uap asam klorida dicampur selanjutnya diumpukan ke dalam tangki yang sebagian telah diisi katalis cair. Katalis yang digunakan adalah zing klorida dengan konsentrasi kurang dari 1%. Konsentrasi katalis yang sering digunakan sebesar 0,2–0,3% berat. Reaksi antara etilen dan asam klorida merupakan reaksi yang sangat cepat dan menghasilkan panas. Untuk itu reaktor yang digunakan harus dilengkapi dengan pendingin. Untuk mencegah terjadinya deaktivasi katalis, sebageian cairan di dalam reaktor perlu dibuang. Umpan asam klorida yang tidak bereaksi *direcovery* dan di *recycle*. Proses ini menghasilkan *yield* sebesar 98% dapat ditunjukkan pada Gambar 1.2.



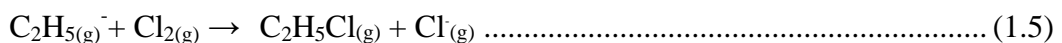
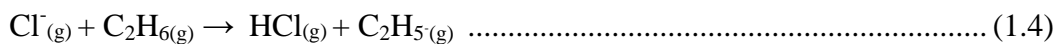
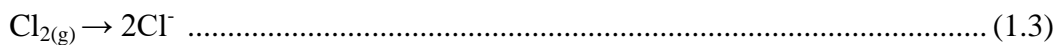
**Gambar 1.2** Diagram Alir Proses Hidroklorinasi Etilen  
(Sumber: Ullman, 2002)

### 1.7.2 Proses Klorinasi Etana

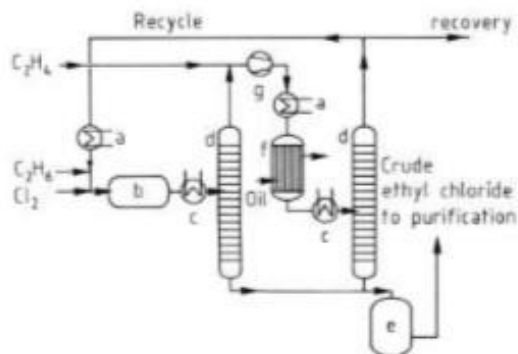
Klorinasi ini dapat berlangsung pada tiga keadaan, yaitu pada proses thermal klorinasi, proses petrokimia dan proses katalitik. Ketiga proses tersebut yang paling menguntungkan adalah proses thermal klorinasi. Karena suhu yang tinggi yaitu 275 hingga 450°C membuat klorin ( $\text{Cl}_2$ ) sehingga terjadi reaksi tanpa memerlukan katalis menjadi radikal Cl. Adapun Reaksi yang terjadi pada proses thermal klorinasi dapat ditunjukkan pada persamaan 1.2:



Reaksi persamaan 1 merupakan reaksi eksotermis (-27,9 kcal /gr mol) yang berlangsung pada temperatur 275°C. Pada temperatur sekitar 400°C akan terjadi mekanisme reaksi radikal. Dapat ditunjukkan pada persamaan 1.3, 1.4, dan 1.5:



Temperatur reaksi harus dipertahankan selalu tetap untuk mengurangi terjadinya produk samping, mencegah terjadinya pirolisa etil klorida menjadi etilen dan asam klorida sehingga akan terjadi reaksi karbonisasi. Reaksi karbonisasi dapat terjadi jika perbandingan antara klorin dan etana sangat besar, sedangkan pirolisa terjadi jika temperaturnya terlalu tinggi. Untuk itu reaktor yang digunakan harus merupakan reaktor yang dilengkapi pendingin agar panas yang timbul bisa diserap sehingga suhunya konstan. Reaktor jenis ini adalah reaktor *fluidized bed*, dengan zat terfluidisasi bukan merupakan katalis dapat ditunjukkan pada Gambar 1.3.

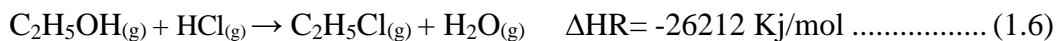


**Gambar 1.3** Diagram Alir Proses Klorinasi Etana

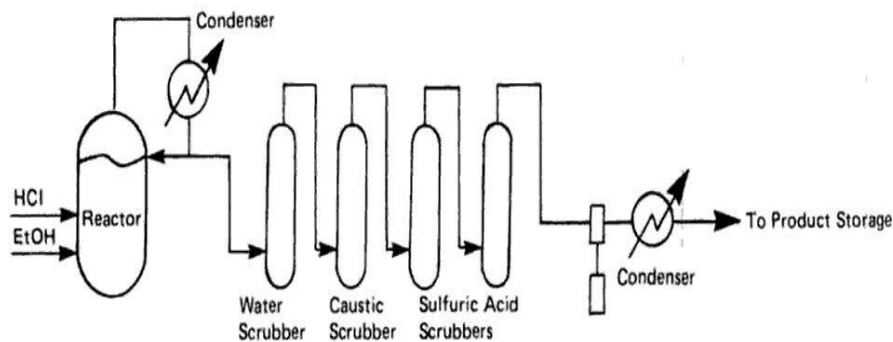
(Sumber: Ulman, 2002)

### 1.7.3 Proses Hidroklorinasi Etil Alkohol

Proses hidroklorinasi etanol yaitu mereaksikan antara etil alkohol dan hidrogen klorida yang kemudian akan direaksikan kembali dengan menggunakan katalis seng klorida pada temperatur 145-325°C yang akan menghasilkan etil klorida dan air. Reaksi terjadi dapat dilihat pada persamaan 1.6:



Proses ini berlangsung pada tekanan 2-6 atm dan dilakukan dalam reaktor. Pada proses ini konversinya sebesar 95%, berdasarkan pada etanolnya dan kemurnian 99% dapat dilihat pada Gambar 1.4.



**Gambar 1.4** Diagram Alir Proses Hidroklorinasi Etil Alkohol  
(Sumber: McKetta and Cunningham, 1984)

Untuk memilih proses yang tepat, maka perlu dipertimbangkan beberapa aspek diantaranya yaitu: aspek ekonomi, kondisi operasi pengaruh terhadap lingkungan, yield, konversi, dan reaksi yang tepat. Perbandingan terhadap beberapa proses perlu dipertimbangkan untuk merancang sebuah pabrik. Tujuannya agar pabrik dapat diprediksi seperti apa saat *start up*. Maka untuk mendapatkan pertimbangan perancangan pabrik etil klorida dapat dilihat pada Tabel 1.4.

**Tabel 1.6** Perbandingan Proses Pembuatan Etil Klorida

Parameter	Hidroklorinasi Etilen	Klorinasi Etana	Hidroklorinasi Etil Alkohol
Bahan baku	-Etilen -HCl	-Etana -Klorin	- Etil Alkohol - HCl



Suhu	175-250°C	230-400°C	145-325°C
Tekanan	17 atm	17 atm	2-6 atm
Konversi	90%	78%	95%
<i>Yield</i>	95%	90%	99%

(Sumber: Kick Othmer, 2000)

Perbandingan ketiga proses tersebut di atas maka dipilih proses hidroklorinasi etil alkohol karena:

1. Kondisi tekanan yang dioperasikan tidak terlalu tinggi.
2. *Yield* yang dihasilkan cukup tinggi.
3. Konversi yang dihasilkan cukup tinggi.
4. Kebutuhan bahan baku terpenuhi. Hal ini disebabkan karena bahan bakunya yaitu etil alkohol yang mudah diperoleh dari Malindo Raya Industri dan hidrogen klorida diperoleh dari PT. Sulfindo Adi Usaha melalui Pelabuhan Tanjung Perak.

### 1.8 Penentuan Lokasi Pabrik

Pabrik Etil Klorida direncanakan didirikan di kawasan Industri Gresik, Jawa Timur dengan pertimbangan pemilihan lokasi tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu :

#### 1. Penyediaan Bahan Baku

Pemilihan lokasi pabrik sangat ditentukan berdasarkan penyediaan bahan baku yang tujuannya untuk kelangsungan suatu pabrik agar proses berjalan dengan lancar. Bahan baku adalah bahan utama dalam produksi sehingga pengawasan atas ketersediaannya sangatlah penting. Bahan baku etil alkohol direncanakan diperoleh dari Malindo Raya Industri di Sidoarjo yang berlokasi dekat dengan lokasi pabrik sehingga dapat memangkas biaya transportasi. Sedangkan bahan baku hidrogen klorida diperoleh impor dari Advancedspecialtygases melalui pelabuhan Tanjung Perak.

#### 2. Daerah Pemasaran

Orientasi pemasaran ditujukan pada pemenuhan kebutuhan etil klorida dalam negeri dan untuk ekspor. Pemasaran merupakan salah satu hal yang

mempengaruhi studi kelayakan proyek, karena pemasaran yang tepat akan mendatangkan keuntungan dan menjamin kelangsungan proyek. Produk etil klorida diutamakan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Pemasaran produknya sangat mudah dijangkau dari jalur darat dan laut. Pemasaran produk dilakukan melalui darat dan pemasaran jalur laut bisa melalui Pelabuhan Tanjung Perak. Dengan begitu pemasaran produk dapat diorientasikan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan dapat di ekspor melalui jalur laut.

### 3. Utilitas

Pabrik etil klorida ini cukup banyak memerlukan air yaitu sebagai air proses dalam produksi, juga kebutuhan air untuk rumah tangga, air minum, air perkantoran, dan lain- lain. Untuk penyediaan air ini dapat diperoleh dari sungai yaitu sungai Bengawan Solo. Sedangkan bahan bakar sebagai sumber energi dapat diperoleh dengan membeli dari Pertamina dan untuk listrik dipasok dari PLN dan penyediaan generator sebagai cadangan.

### 4. Tenaga Kerja

Faktor tenaga kerja merupakan hal penting dalam industri kimia. Tenaga kerja dapat dipenuhi dari sumber daya manusia yang ditinjau dari aspek pendidikan yang memadai, pemerataan tenaga kerja, serta pemberian ongkos atau gaji cukup memadai. Dengan didirikannya pabrik etil klorida ini akan berdampak terbukanya lapangan kerja baru di Jawa Timur baik untuk tenaga kerja ahli maupun tidak.

### 5. Kebijakan Pemerintah

Kebijakan dan perhatian pemerintah di Jawa Timur sudah cukup baik, hal ini dapat dilihat dari adanya kebijakan pengembangan industri dengan pemerataan kesempatan kerja dan hasil pembangunan yang berhasil mengundang investor di Jawa Timur.

### 6. Keadaan Lingkungan Masyarakat

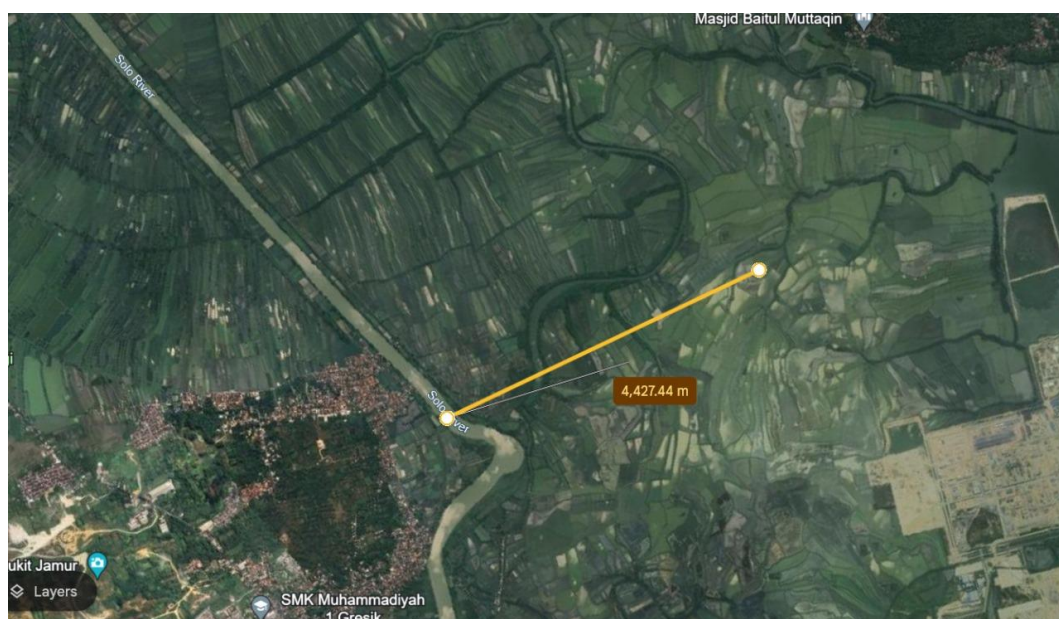
Dengan pendirian pabrik ini dapat diperkirakan akan mendapat sambutan baik oleh masyarakat sekitar. Karena dapat menciptakan lapangan pekerjaan baru

yang terbuka untuk mereka, serta pendirian pabrik ini diperkirakan tidak akan mengganggu keselamatan dan keamanan masyarakat sekitar pabrik.

## 7. Iklim

Iklim yang terdapat pada lokasi pabrik juga akan mempengaruhi aktifitas dan proses yang ada. Jika iklim terlalu panas akan mengakibatkan pendingin yang diperlukan akan lebih banyak, sedangkan iklim yang terlalu dingin atau lembab akan mengakibatkan bertambahnya biaya kontruksi pabrik karena diperlukan biaya perlindungan khusus terhadap alat- alat proses. Jawa timur merupakan daerah yang memiliki iklim kering dengan curah hujan tinggi, serta memiliki suhu yang relatif panas. Dari data di atas disimpulkan bahwa jawa timur sesuai jika didirikan industri etil klorida dan akan mendapatkan benefit yang cukup tinggi untuk perekonomian Indonesia.

Adapun lokasi pabrik etil klorida yang akan didirikan di Kawasan industri Gresik, Jawa Timur. Pemilihan lokasi ini tepat, dikarenakan sesuai dengan keadaan yang ada di Jawa Timur. Dalam pemilihan lokasi pabrik, pertimbangan yang sesuai yaitu memikirkan Benefit dan Profit. Pertimbangan Benefit seperti: Keadaan politik, masyarakat setempat, keadaan surat-menyurat kepemilikan tanah. Sedangkan pertimbangan profit seperti: ketersediaan bahan baku, keadaan iklim, transportasi dan utilitas. Lokasi pabrik diperlihatkan pada Gambar 1.5.



**Gambar : 1.5 Lokasi Pabrik Etil Klorida**  
(Sumber: *Google Earth*)

Lokasi pabrik Etil Klorida didirikan di Gresik, Jawa Timur dengan air utilitas diambil dari sungai Bengawan Solo. Jarak antara sungai Bengawan Solo dengan lokasi pabrik sekitar 4 km. Jarak antara lokasi dengan jalan tol Gresik sekitar 8 km untuk pengiriman darat dan 9 km jarak antara lokasi ke pelabuhan untuk pengiriman laut. Bahan baku etil alkohol direncanakan diperoleh dari Malindo Raya Industri di Sidoarjo yang berlokasi dekat dengan lokasi pabrik sehingga dapat memangkas biaya transportasi. Sedangkan bahan baku hidrogen klorida diperoleh impor dari Advanced Specialty Gases melalui pelabuhan Tanjung Perak.