

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Asam akrilat atau asam propenoat merupakan senyawa organik dengan rumus $\text{CH}_2 = \text{CHCOOH}$. Ini adalah asam karboksilat tak jenuh paling sederhana, terdiri dari gugus vinil yang terhubung langsung ke ujung asam karboksilat. Cairan tak berwarna ini memiliki bau tajam atau asam yang khas. Kata "akrilik" diciptakan pada tahun 1843, untuk turunan kimiawi dari akrolein, minyak berbau tajam yang berasal dari gliserol.

Asam akrilat dan esternya mudah bergabung dengan dirinya sendiri (untuk membentuk asam poliakrilat) atau monomer lain (misalnya akrilamida, akrilonitril, senyawa vinil, stirena, dan butadiena) dengan bereaksi pada ikatan rangkapnya, membentuk homopolimer atau kopolimer. Selain itu asam akrilat sekarang juga digunakan sebagai bahan baku produksi *Super Absorbent Polymer* (SAP) yang merupakan turunan dari asam akrilat. SAP adalah salah satu bahan baku dalam produksi *diapers* (popok sekali pakai) di mana saat ini sudah diproduksi di empat wilayah yaitu Jepang, Amerika, Eropa dan China. Dalam skala dunia, tingkat konsumsi asam akrilat diproyeksikan mencapai lebih dari sekitar 8.000 kiloton, pada tahun 2020. Peningkatan ini diharapkan terjadi sebagai akibat dari penggunaan produk ini dalam aplikasi baru, termasuk produk perawatan pribadi, deterjen dan produk yang digunakan untuk inkontinensia dewasa.

Pendirian pabrik pembuatan asam akrilat di Indonesia ini diharapkan dapat memperkecil ketergantungan Indonesia akan impor bahan-bahan kimia dari luar negeri, terutama asam akrilat yang juga dapat dijadikan komoditi ekspor untuk memenuhi kebutuhan asam akrilat di lingkungan Asia ataupun secara global. Hal ini juga membawa dampak positif pada pengembangan perekonomian nasional, melalui perolehan devisa maupun penyerapan tenaga kerja.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah Pabrik asam akrilat dari akrolein dengan proses oksidasi layak didirikan di Indonesia?
2. Apakah dengan didirikannya pabrik asam akrilat dari akrolein dengan proses oksidasi dapat memenuhi kebutuhan asam akrilat di Indonesia?

1.3 Tujuan Pra Rancangan

Prarancangan pabrik pembuatan asam akrilat dari akrolein dengan proses oksidasi ini bertujuan untuk mengaplikasikan ilmu Teknik Kimia khususnya dibidang perancangan serta analisis proses, sehingga layak didirikan untuk memenuhi kebutuhan asam akrilat di Indonesia.

1.4 Manfaat Pra Rancangan

Manfaat dari pra rancangan pabrik asam akrilat dari akrolein dengan proses oksidasi yakni untuk memenuhi kebutuhan asam akrilat dalam negeri dan mengurangi impor dari luar negeri. Dan dapat membuka lapangan pekerjaan baru dan menurunkan angka pengangguran yang ada di Indonesia.

1.5 Batasan Masalah

Prarancangan pabrik ini secara teknik hanya difokuskan pada pembuatan:

1. Asam akrilat dari akrolein dengan proses oksidasi
2. Penyusunan dan penyelesaian tugas prarancangan pabrik kimia ini adalah hanya pada neraca massa, neraca energi, pembuatan *flowsheet* pada kondisi *steady state*, pemasangan alat kontrol, spesifikasi peralatan, unit utilitas dan analisa ekonomi.

1.6 Pemilihan Proses

Proses pembuatan asam akrilat dapat dilakukan dengan berbagai cara, yaitu:

a. Acetylene Route

Pembuatan asam akrilat secara komersil dilakukan dengan memisahkan nikel klorida dan mengembalikannya ke reaksi sintesa nikel karbonil. Proses ini

menghasilkan produk samping yaitu asam propionat yang sangat sulit dipisahkan dari asam akrilat.

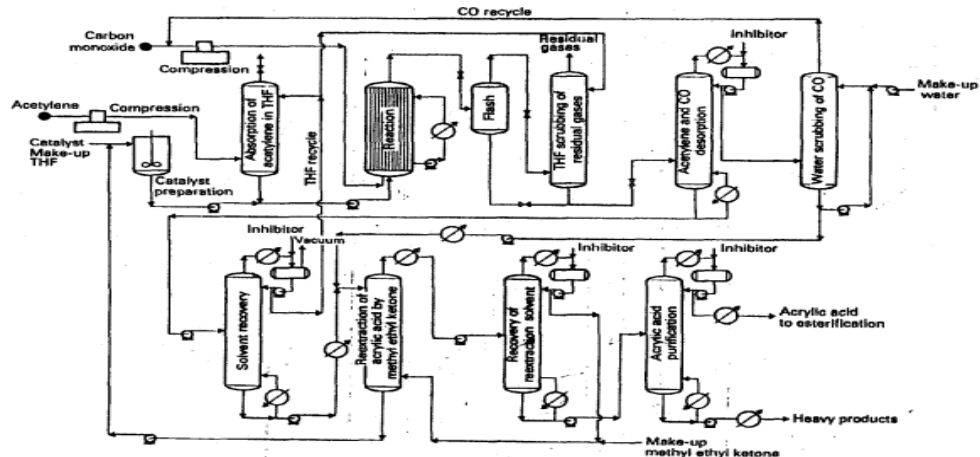
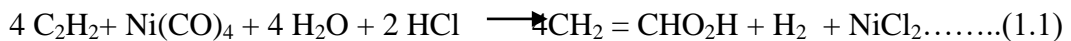


Fig. 11.15. Production of acrylic acid and acrylate from acetylene. BASF process.

Gambar 1.1 Flowsheet proses *Acetylene Route*

Reaksi :



b. Acrylonitrile Route

Proses ini adalah proses hidrolisa Asam Sulfat dan Acrylonitril. Acrylonitril direaksikan dengan asam sulfat dan air yang berlebih pada suhu 100°C sehingga menghasilkan asam akrilat. Kerugian proses ini adalah mahalanya bahan baku yang digunakan.

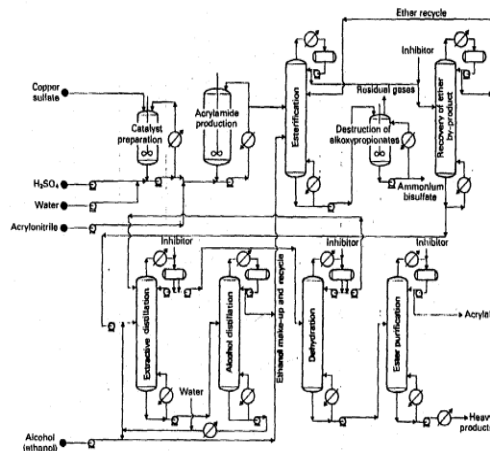
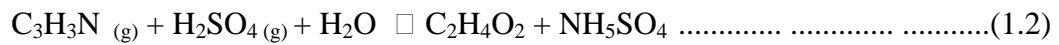


Fig. 11.16. Acrylate production from acrylonitrile.

Gambar 1.2 Flowsheet Proses *Acrylonitrile Route*

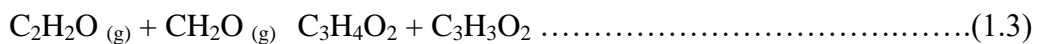
Reaksi :



c. Ketene Route

Proses ini mereaksikan ketene dengan formaldehid untuk menghasilkan β -propilacton. Lakton ini diubah menjadi asam akrilat.

Reaksi :



d. Etylene Cyanohidrin Route

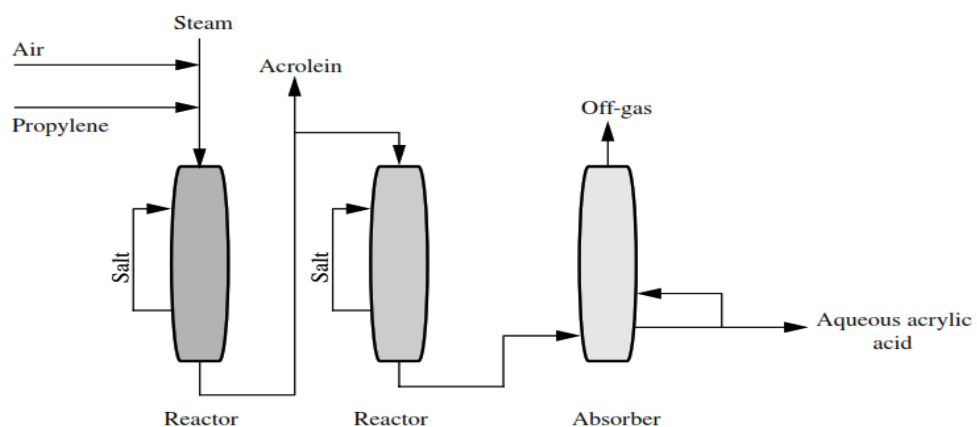
Proses ini adalah proses hidrolisa antara Ethylene Cyanohidrin dan Asam Sulfat dengan produk samping Ammonium Sulfat dari 85% asam Sulfat.

Reaksi :



e. Propylene Oxidation Route

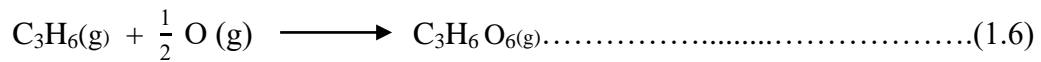
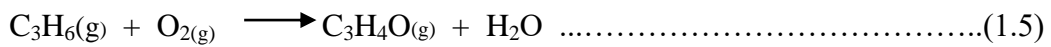
Proses yang paling ekonomis untuk pembuatan Asam Akrilat yang didasarkan pada dua tahap, pertama menghasilkan akrolein kemudian dioksidasi menjadi Asam Akrilat.



Gambar 1.3 Flowsheet pembuatan asam akrilat dengan proses oksidasi propilen

Sumber : (Petrochemical Processes, Alain Chauvel)

Reaksi :



Tabel 1.1Perbandingan proses pembuatan asam akrilat

N o	Proses	Bahan Baku	Kondisi operasi	Konversi
1.	Ethylene Cyanohidrin Route	Etilen oksida, hidrogen sianida, asam sulfat	- 7,3 atm - 250 °C	83-85 %
2.	Acrylonitrile Route	Akrlonitril, asam sulfat dan air	- 10,5 atm - 325 °C	93-95 %
3.	Ketene Route	Asam asetat	- 7 atm - 400 °C	72-74 %
4.	Acetylene Route	Acetilene, asam klorida	- 6,8 atm - 300 °C	70-75 %
5.	Propylene Oxidation Route	Propilen, udara, dan steam	- 5 atm - 300 °C	95-98,5 %

Sumber : (*Kirk Orthmer*)

Serta dari lima macam proses pembuatan asam akrilat dipilih proses oksidasi dengan katalis padat dengan pertimbangan:

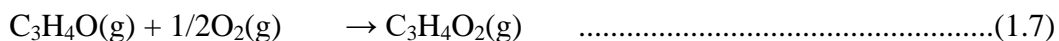
- Konversi yang diperoleh cukup tinggi yaitu pada sebesar 98,5 %.
- Komposisi yang terdapat dalam bahan baku cukup sederhana sehingga pengendalian proses relatif mudah.
- Proses dan peralatan yang digunakan sederhana sehingga biaya pemeliharaan dan pengendalian lebih lebih murah.

1.7 Uraian Proses

1.7.1 Persiapan Bahan Baku

Akrolein (fase cair) yang disimpan dalam tangki (T-101) dengan tekanan 1 atm dan suhu 35°C dialirkan menggunakan pompa (P-101 A/B) dengan tekanan dinaikkan menjadi 5 atm menuju *Heat Exchanger* (HE-101) sehingga fasenya berubah menjadi gas dengan suhu 300°C. Kemudian gas Akrolein keluaran *Heat Exchanger* dengan suhu 300°C dan tekanan 5 atm, siap untuk diumpankan ke dalam *Reactor*. Oksigen dalam bentuk gas pada suhu 35°C dan tekanan 1 atm dialirkan menggunakan kompresor (K-102 A/B) dengan tekanan dinaikkan menjadi 5 atm menuju *Heat Exchanger* (HE-102) untuk dinaikkan suhunya menjadi 300°C, keluaran dari *Heat Exchanger* (HE-102) dialirkan menuju *Reactor*, dengan kondisi operasi 300 °C dan dengan tekanan 5 atm.

1.7.2 Tahap Reaksi



Komposisi reaktan yaitu Akrolein dan oksigen, reaktan diumpankan ke dalam reaktor (R-201) yang merupakan *Plug Flow Reactor* dengan bantuan katalis padat $\text{VMO}_3\text{O}_{11}$. Reaktor beroperasi pada tekanan 5 atm dan beroperasi pada suhu 300°C, tahap ini bertujuan untuk mereaksikan acrolein dengan oksigen dan kemudian dimurnikan hingga mencapai komposisi yang diinginkan. Hasil keluaran dari reaktor dengan suhu 300°C dengan konversi reaksi sebesar 98,50%.

1.7.3 Tahap Pemurnian

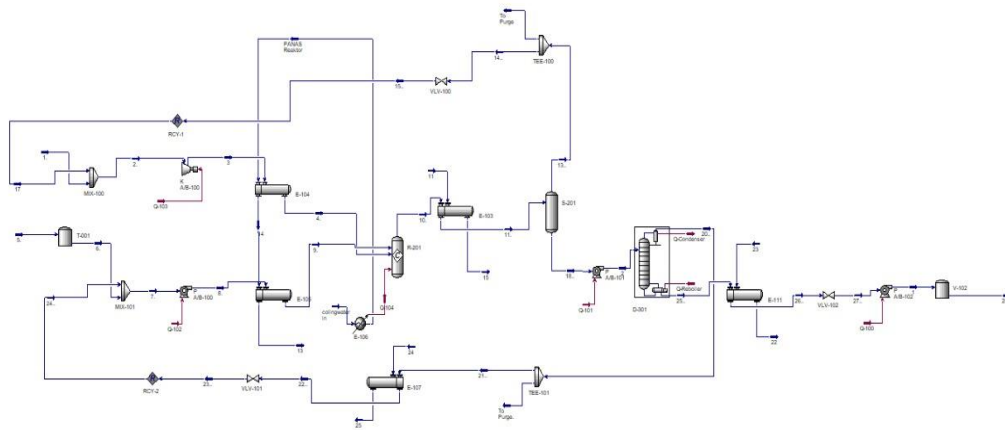
Tahap ini bertujuan untuk memisahkan produk dengan sisa reaktan maupun impuritas lain sehingga diperoleh spesifikasi produk yang diinginkan. Pada tahap ini juga dilakukan penyesuaian kualitas produk yang dihasilkan dengan produk serupa yang ada di pasaran. Hasil keluaran reaktor didinginkan menjadi suhu 45°C lalu diumpankan ke separator (S-201) untuk memisahkan oksigen dari akrolein dan acrylic acid. Pemisahan produk menggunakan Menara Destilasi (D-301). Hasil bawah Menara Distilasi (D-301) adalah produk asam akrilat dengan kemurnian 99,5% Sedangkan hasil atas adalah acrolein pada

temperature 58,87 °C dengan tekanan 1,2 atm yang akan di recycle kembali sesuai dengan kondisi operasi.

Hasil bawah Menara Distilasi Asam Akrilat pada temperatur 147 °C dan tekanan 1,2 atm dan didinginkan sesuai dengan kondisi tangki penyimpanan yakni 35°C dan tekanan 1,2 atm.

1.7.4 Pengembangan Flowsheet Proses Oksidasi

Adapun modifikasi dari flowsheet dasar untuk pembuatan asam akrilat dari akrolein dengan proses oksidasi, yakni :



Gambar 1.4 Flowsheet pembuatan asam akrilat dari akrolein dengan proses oksidasi

1.8 Kapasitas Produk

Adapun Kapasitas pabrik merupakan faktor yang sangat penting dalam pendirian pabrik karena akan mempengaruhi perhitungan teknis dan ekonomis. Sejatinnya pabrik yang akan didirikan memiliki kapasitas produksi yang optimal sehingga dapat menghasilkan keuntungan yang maksimal dengan biaya yang minimal. tetapi dalam penentuan kapasitas perlu juga dipertimbangkan faktor lainnya. Faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas pabrik yaitu data kebutuhan Asam akrilat di Indonesia yang akan diuraikan berikut ini.

1.8.1 Data kebutuhan asam akrilat di Indonesia

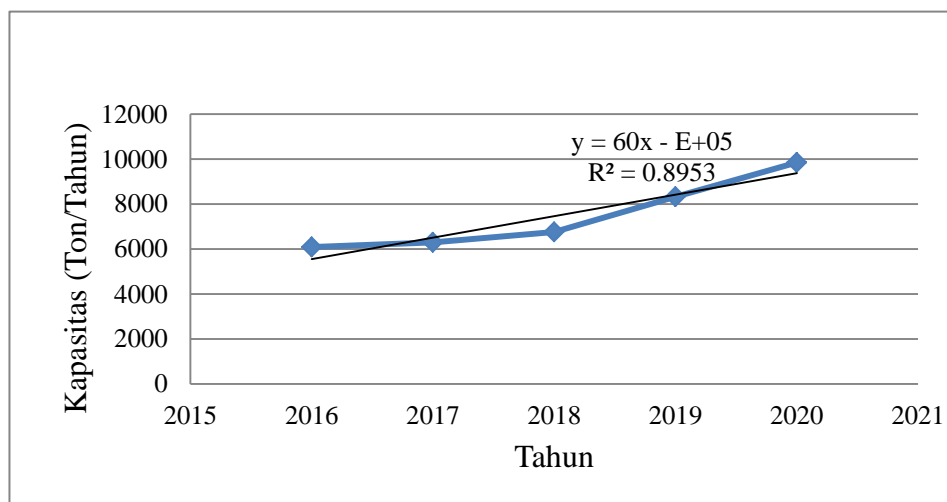
Produksi asam akrilat di Indonesia tidak sepenuhnya untuk memenuhi kebutuhan di Indonesia, namun di produksi juga untuk meningkatkan nilai ekspor. Adapun data Kebutuhan anilin di Indonesia tercantum pada Tabel 1.2

Tabel 1.2 Kebutuhan Asam Akrilat di Indonesia

	Tahun Ke	Kg	Ton
2016	1	6.091.042	6.091
2017	2	6.298.348	6.298
2018	3	6.758.778	6.759
2019	4	8.327.090	8.327
2020	5	9.850.832	9.851

Sumber : (UNdata,2020)

Adapun grafik kebutuhan asam akrilat di Indonesia setiap tahunnya berdasarkan data yang diperoleh dari UN Data pada tahun 2020 dapat dilihat pada Gambar 1.5.



Gambar 1.5 Data Import Acrylic Acid di Indonesia

Menghitung impor asam akrilat tahun berikutnya maka menggunakan persamaan garis lurus: $y = ax + b$

Keterangan : y = kebutuhan impor anilin, kg/tahun

x = tahun

b = intercept

a = gradien garis miring

Diperoleh persamaan garis lurus: $y = 60x - 10^5$. Dari persamaan di atas maka dapat diketahui bahwa kebutuhan anilin di Indonesia pada tahun 2025 adalah:

$$y = 60x - 10^5$$

$$y = 60(2025) - 10^5$$

$$y = 121.500 - 10^5$$

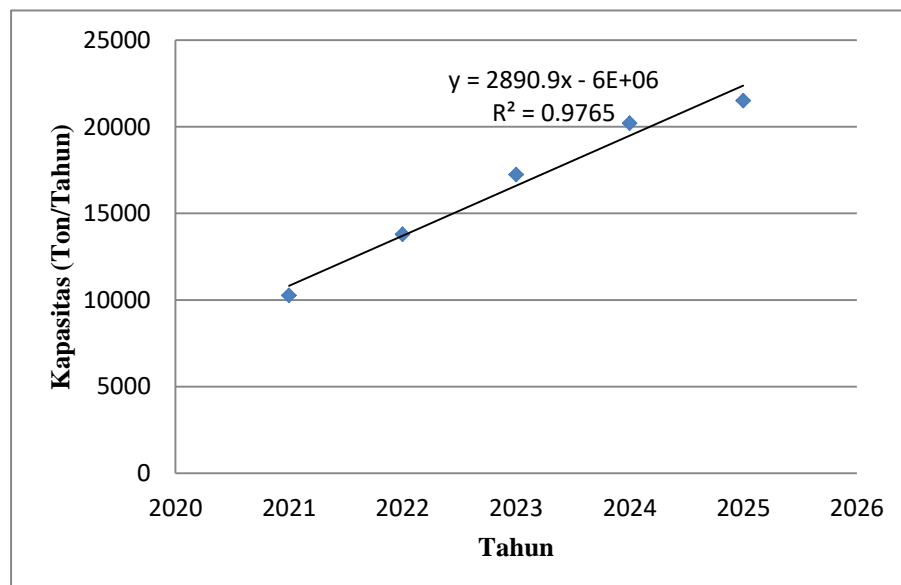
$$y = 21.500 \text{ ton/tahun}$$

Dari data Ekstrapolasi menunjukkan bahwa kebutuhan anilin di Indonesia semakin meningkat, dapat dilihat pada tabel 1.3

Tabel 1.3 Data Hasil Ekstrapolasi Kebutuhan Acrylic Acid di Indonesia

	Tahun Ke	Ton
2021	6	10.255
2022	7	13.785
2023	8	17.236
2024	9	20.204
2025	10	21.500

Adapun grafik hasil ekstrapolasi kebutuhan asam akrilat di Indonesia dapat dilihat pada Gambar 1.6.



Gambar 1.6 Hasil ekstrapolasi kebutuhan asam akrilat di Indonesia

1.8.2 Data Kebutuhan Asam Akrilat di Berbagai Negara

Tabel 1.4 Data Impor Berbagai Negara

Tahun	India	Australia	Brazil
2016	20.578 ton	5.453 ton	55.042 ton
2017	23.766 ton	5.449 ton	35.163 ton
2018	25.689 ton	5.459 ton	12.133 ton
2019	28.825 ton	5.493 ton	10.920 ton
2020	38.196 ton	6.014 ton	17.457 ton

Sumber : (UNdata,2020)

Dari data Ekstrapolasi menunjukkan bahwa kebutuhan anilin di Indonesia semakin meningkat, dapat dilihat pada tabel 1.5

Tabel 1.5 Ekstrapolasi dari data Impor Berbagai Negara

Tahun	India	Australia	Brazil
2021	39.499 ton	5.923 ton	34.967 ton
2022	43.528 ton	6.040 ton	39.909 ton
2023	47.558 ton	6.156 ton	44.850 ton
2024	51.587 ton	6.273 ton	49.791 ton
2025	51.587 ton	51.587 ton	49.791 ton

Tabel 1.6 Kapasitas Produksi Dan Lokasi

No	Produsen dan Lokasi	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)
1.	BASF Petronas, Malaysia	160.000
2.	BASF- YPC, China	160.000
3.	Idemitsu Petrochemical, Japan	50.000
4.	Mitsubishi Chemical, Yokkaichi, Japan	110.000
5.	Oita Chemical, Oita, Japan	60.000

6.	Singapore Acrylics, Pulau Sakra, Singapore	75.000
7.	Nippon Shobukai, Cilegon, Indonesia	140.000
Total		755.000

(Sumber : www.ICIS.com)

1.9 Pemilihan Lokasi Pabrik

Dalam perencanaan suatu pabrik, penentuan lokasi suatu pabrik merupakan salah satu faktor utama dalam menentukan keberhasilan suatu pabrik. Oleh karena itu, pemilihan dan penentuan lokasi pabrik yang tepat merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam suatu perencanaan pabrik. Lokasi geografis dari suatu pabrik akan sangat berpengaruh pada kegiatan pabrik baik penyediaan bahan baku, proses produksi dan distribusi produk yang akan berpengaruh pada kelangsungan hidup dan perkembangan pabrik. Lokasi pabrik umumnya ditetapkan atas dasar orientasi bahan baku dan pasar sehingga dapat bersifat ekonomis. Lokasi pabrik ditetapkan di kabupaten Gresik provinsi Jawa timur. Dengan beberapa pertimbangan sebagai berikut:

1. Bahan Baku

Tabel 1.6 Sumber Bahan Baku

No	Bahan Baku dan Katalis	Produsen	Kapasitas Pabrik
1.	Acrolein	Union Carbide (Amerika)	36.000 ton/tahun
		Deicel (Jepang)	30.000 ton/tahun
2.	Oksigen	PT. Air Product	252.000 ton/tahun

(Sumber : www.ICIS.com)

2. Pelabuhan – Kedatangan bahan baku – Pengiriman Produk

Bahan baku akrolein dapat diperoleh melalui Jepang. Hal ini dilakukan karena jaraknya yang cukup dekat selain itu juga dekat dengan pelabuhan

sehingga sangat memudahkan distribusi Asam Akrilat ke Negara yang memerlukan.

Kabupaten Gresik, Jawa Timur merupakan salah satu kawasan industri di provinsi Jawa Timur. Pabrik Petrokimia Kayaku, PT. Sarana Karya Utama dan perusahaan lainnya. Kawasan ini merupakan area industri serta dekat dengan pelabuhan yang memudahkan pemasaran produk baik keluar Jawa timur atau keluar negeri.

3. Transportasi

Sarana transportasi mempunyai peranan penting untuk mendistribusikan bahan baku maupun produk. pemilihan lokasi ini cukup baik karena kawasan ini terhubung dengan jalan raya utama dan dekat dengan laut yang dapat memudahkan proses pendistribusian.

4. Utilitas

Pertimbangan lain dalam pemilihan lokasi pabrik adalah utilitas, yang mana lokasi pabrik harus berdekatan dengan sumber air, tenaga listrik dan bahan bakar. Kebutuhan air untuk utilitas maupun proses produksi dapat diambil dari sungai yang berada didekat kawasan pabrik. Sedangkan untuk kebutuhan tenaga listrik, didapat dari boiler untuk supplay ke pabrik yang akan didirikan diarea pabrik.

5. Iklim dan Lingkungan

5.1. Letak Geografis Letak Geografis

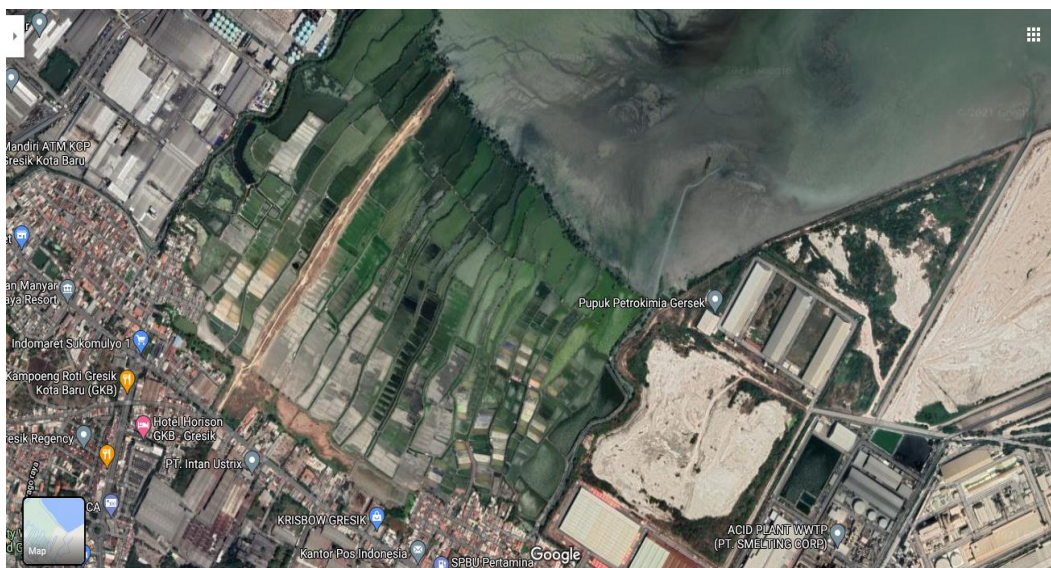
Letak geografisnya Kabupaten Gresik terletak antara 112° - 113° BT dan 7° - 8° LS dan merupakan dataran rendah dengan ketinggian 2 - 12 meter di atas permukaan air laut, kecuali Kecamatan Panceng yang mempunyai ketinggian 25 meter di atas permukaan laut.. Secara administratif Kabupaten Gresik memiliki batas wilayah sebagai berikut:

- Utara : Laut Jawa
- Timur : Kota Surabaya dan Selat Madura
- Selatan : Kabupaten Sidoarjo dan Kabupaten Mojokerto
- Barat : Kabupaten Lamongan

5.2 Iklim

Kabupaten Gresik beriklim tropis seperti wilayah lain di Indonesia. Berdasarkan klasifikasi iklim, wilayah Kabupaten Gresik termasuk dalam kategori iklim tropis basah dan kering. Suhu rata-rata tahunan di wilayah ini adalah $\pm 28,3^{\circ}\text{C}$ dan tingkat kelembapan nisbi sebesar $\pm 76\%$. Jumlah curah hujan tahunan di wilayah Gresik adalah 1200–1600 mm per tahun dan dengan jumlah hari hujan berkisar antara 90–120 hari hujan per tahun.

Musim penghujan di Kabupaten Gresik biasanya berlangsung sejak bulan Desember hingga bulan Maret dengan bulan terbasah adalah Januari yang jumlah curah hujan per bulannya lebih dari 250 mm per bulan, sedangkan musim kemarau berlangsung dari bulan Mei hingga bulan Oktober dengan bulan terkering adalah Agustus. Adapun peta lokasi rencana pendirian pabrik asam akrilat dari akrolein dengan proses oksidasi, yaitu sebagai berikut:



Gambar 1.7 Rencana lokasi pendirian pabrik asam akrilat