

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Anilin atau yang dikenal juga sebagai Benzenamina ($C_6H_5NH_2$) adalah senyawa dari amina aromatik primer yang paling sederhana dengan berat molekul 93,129 g/mol dan titik didih 184,4 °C pada kondisi 1 atm. Anilin murni hasil distilasi adalah cairan berminyak tidak berwarna yang menjadi gelap saat terpapar cahaya dan udara, karakteristiknya manis, memiliki bau aromatik seperti amina, larut dalam sebagian besar pelarut organik.

Anilin banyak digunakan dalam industri untuk membuat berbagai macam produk kimia namun ketersediaannya belum mencukupi kebutuhan konsumsi di Indonesia. Hal ini dibuktikan menurut data yang tercantum pada Badan Pusat Statistik yang menyatakan bahwa Indonesia mengimpor Anilin dari negara Cina, India, Korea, Jerman dan Jepang dalam jumlah yang sangat besar tiap tahunnya sebesar 3,9%. Di dalam industri kimia saat ini Anilin memiliki peranan penting dalam pembuatan polimer, karet, bidang pertanian, industri pewarna, pigmen, pembuatan obat-obatan dan bahan kimia fotografi.

Proses Ammonolisis Klorobenzena merupakan proses pembuatan Anilin dengan mereaksikan Klorobenzena dengan Ammonia. Reaksi ini berlangsung pada suhu 200-220°C dan tekanan 51-58 atm. Katalis yang digunakan berupa tembaga oksida. Produk dihasilkan mengandung Ammonia, Klorobenzena, *Phenol*, *Diphenylamine*, Cu, dan NH_4Cl yang dipisahkan dalam kolom destilasi. Hasil akhir berupa Anilin dengan kemurnian 99%.

Maka dari itu, jika mendirikan pabrik Anilin di Indonesia akan sangat menguntungkan karena di Indonesia masih belum ada pabrik Anilin untuk mencukupi kebutuhan industri dan kebutuhan yang lain. Sedangkan menurut Badan Pusat Statistik, kebutuhan Anilin semakin bertambahnya tahun semakin meningkat dan untuk memenuhi kebutuhan tersebut masih impor dari negara lain. Sehingga, mendirikan pabrik Anilin ini juga bertujuan untuk memenuhi kebutuhan lokal yang bertambah tahun semakin meningkat dan mengurangi adanya ketergantungan impor dari negara lain. Di samping itu, dengan adanya pabrik baru dapat memberikan lapangan pekerjaan baru dan meningkatkan tingkat ekonomi di Indonesia.

1.2. Sejarah Perkembangan Industri

Anilin pertama kali dibuat oleh O. Unverdorben pada tahun 1826 dengan proses penyulingan kering dan menyebutnya sebagai “*Krystallin*”. Pada tahun 1834, F. Runge menemukan Anilin di batubara sedangkan di tahun 1841, C. F. Fritzsche membuat cairan berminyak dengan memanaskan nila dengan kalium dan memberinya nama “Anilin” diambil dari kata “*anil*” (bahasa Portugis).

Struktur Anilin ditemukan oleh W. Von Hofmann pada tahun 1843 dengan demonstrasi yang diperoleh dengan proses mereduksi Nitrobenzena dan proses ammonolisis. Proses reduksi Nitrobenzena merupakan proses yang menggunakan bahan baku Nitrobenzena, logam Fe dan larutan HCl sebagai katalis. Hasilnya berupa Anilin 95% berat (secara teoritis).

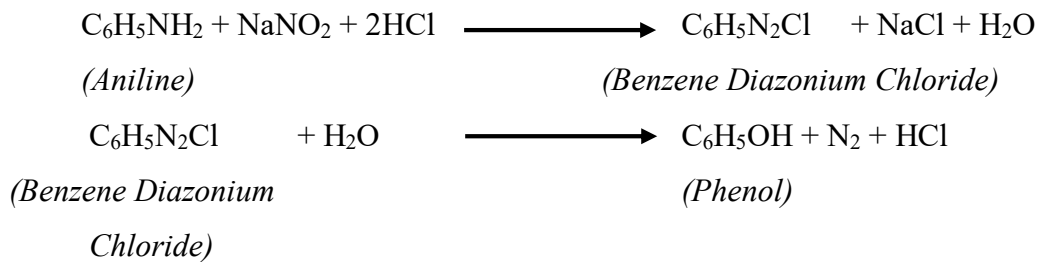
Proses hidrogenasi Nitrobenzena adalah proses pembuatan Anilin dari Nitrobenzena uap yang direaksikan dengan gas hidrogen untuk mempercepat reaksi dibantu dengan katalis *Cooper Carbon*. Saat ini, reduksi katalitik Nitrobenzena adalah proses utama untuk pembuatan Anilin. Untuk tingkat yang lebih kecil Anilin juga diproduksi oleh Ammonilisis fenol.

Proses ammonolisis merupakan proses pembuatan Anilin dengan mereaksikan Klorobenzena dan Ammonia pada suhu dan tekanan optimum dengan bantuan katalis Cu_2O . Hasil yang diperoleh (yield) 96% Anilin dan amonium klorida.

1.3. Kegunaan Produk

Anilin banyak digunakan untuk bahan dasar pembuatan pewarna tekstil. Berikut merupakan beberapa aplikasi penggunaan Anilin:

- Bahan dasar untuk produksi pewarna *Azo*
- Dalam bidang obat-obatan, turunan Anilin disulfida digunakan sebagai pengobatan penyakit alergi
- Di industri pewarna dan pigmen, senyawa Anilin digunakan dalam komposisi pewarna rambut dan cara pewarnaan rambut
- Dalam pertanian senyawa Anilin yang mengandung *Flour* sebagai bahan awal insektisida
- Industri polimer, karet, dan bahan baku kimia fotografi.
- Sebagai bahan baku pembuatan fenol, berikut adalah reaksi pembuatan fenol dalam industri kimia.



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

1.4.1. Bahan Baku Utama

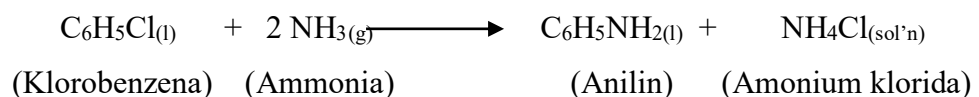
A. Klorobenzena

Sifat-sifat Fisika:

- Rumus molekul : $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$
- Berat molekul : 112,56 g/mol
- Bentuk : cair
- Densitas kritis : 0,3655 kg/L
- Tegangan permukaan : 32,65 mN/m
- Tekanan kritis : 4519 kPa
- Temperatur kritis : 359,2 °C
- Titik beku : -45,34 °C pada 101,3 kPa
- Titik didih : 131,7 °C pada 101,3 kPa
- Titik nyala : 28 °C
- Viskositas : 0,756 cP
- Warna : tidak berwarna
- Komposisi : 99,9% Klorobenzena dan 0,1 air

Sifat-sifat Kimia:

- Umumnya dianggap bahan yang tidak mudah terbakar, kecuali Monoklorobenzena merupakan pelarut yang mudah terbakar berdasarkan standar DOT yang titik nyalanya 34,58 °C.
- Senyawa stabil yang terurai perlahan dibawah pemanasan berlebih pada suhu tinggi.
- Reaksi Ammonilisis dari Klorobenzena



Sifat-sifat Termodinamika:

- Entalpi liquid : -95,90 J/g
- Entropi liquid : 197,5 J/mol.K
- Kapasitas panas untuk liquid: 1,339 J/g
- Konduktivitas termal : 0,127 W/(m.K)
- Panas pembakaran : -3100 kJ/mol pada 25 °C
- Panas pembentukan : 90,33 J/g
- Panas penguapan : 331,1 J/g

B. Ammonia

Sifat-sifat Fisika:

- Rumus molekul : NH₃
- Berat molekul : 17,03 g/mol
- Bentuk : cair
- Kelarutan dalam air : 42,8 wt% pada 0 °C
- *Specific Gravity* : 0,639 pada 0 °C
- Suhu kritis : 133 °C
- Tekanan kritis : 11,425 kPa
- Titik beku : -77,7 °C pada 101,3 kPa
- Titik didih : -33,35 °C pada 101,3 kPa
- Warna : tidak berwarna
- Komposisi : 99,9% Ammonia dan 0,1% air

Sifat-sifat Kimia:

- Mudah diserap dalam air untuk membuat cairan Ammonia.
- Pelarut yang sangat baik untuk garam dan memiliki kapasitas baik untuk mengionisasi elektrolit.

Sifat-sifat Termodinamika:

- Kalor jenis : 2097,2 J/g pada 0 °C
- ΔH_f : -39,222 pada 0 K

1.4.2. Bahan Baku Pembantu**A. Katalis Cu₂O**

Sifat-sifat Fisika:

- Rumus molekul : Cu₂O

- Berat molekul : 143,09 g/mol
- Bentuk : bubuk
- Densitas : 6 g/cc
- Titik didih : 1800 °C pada 101,3 kPa
- Titik lebur : 1235 °C pada 101,3 kPa
- Warna : merah tua hingga ungu

Sifat-sifat Kimia:

- Tidak mudah terbakar
- Sebagai katalis untuk produksi Anilin dalam proses Ammonilisis



1.4.3. Produk Utama

A. Anilin

Sifat-sifat Fisika:

- Rumus molekul : C₆H₅NH₂
- Berat molekul : 93,129 g/mol
- Bentuk : cair
- Densitas liquid : 1,022 pada 20 °C
- Suhu pengapian : 615 °C
- Titik beku : -6,03 °C pada 101,3 kPa
- Titik didih : 184,4 °C pada 101,3 kPa
- Titik nyala : 70 °C *Closed Cup*, 75.5 °C *Open Cup*
- Viskositas : 4,35 pada 20 °C
- Warna : tidak berwarna
- Komposisi : 99,9% Anilin dan air 0,1% air

Sifat-sifat Kimia:

- Cairan berminyak tidak berwarna yang menjadi gelap saat terpapar cahaya dan udara.
- Larut dalam sebagian besar pelarut organik.
- Bahan dasar pewarna *Azo* dengan proses diazotisasi

Sifat-sifat Termodinamika:

- Entalpi : 21,7 kJ/mol
- Kalor jenis : 2,06 J/g.K pada 25 °C

- Panas pembakaran : 3394 kJ/mol
- Panas penguapan : 478,5 J/g

1.4.4. Produk Samping

A. Ammonium Klorida

Sifat-sifat Fisika:

- Rumus molekul : NH_4Cl
- Berat molekul : 53,49 g/mol
- Bentuk : serbuk kristal
- Titik lebur : 338 °C
- Titik didih : 520 °C
- Densitas : 1,53 g/cm³
- Warna : putih

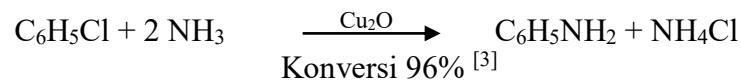
Sifat-sifat Kimia:

- Bersifat higroskopis
- Larut dalam air

1.4.5. Analisa Ekonomi

Pemasaran produk Anilin untuk memenuhi kebutuhan industri dalam negeri tersebar di seluruh Indonesia. Jika kebutuhan dalam negeri sudah terpenuhi maka dapat dipasarkan ke luar negeri (ekspor). Maka untuk mengetahui analisa pasar perlu mengetahui potensi produk terhadap pasar.

Reaksi Ammonilisis dari Klorobenzenaa



Tabel 1.1. Daftar Harga Bahan dan Produk

No	Bahan	Berat Molekul (g/mol)	Harga (\$/kg)
1.	$\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$	112,56	0,5
2.	NH_3	17,03	0,45
3.	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	93,129	1,8
4.	NH_4Cl	53,49	0,50

Tabel 1.2. Analisa Kebutuhan Dan Hasil Reaksi Pada Anilin

Reaksi	Komponen			
	C ₆ H ₅ Cl	2 NH ₃	C ₆ H ₅ NH ₂	NH ₄ Cl
1	-1	-2	+0,96	+0,96
Total	-1	-2	+0,96	+0,96

$$\begin{aligned}
 \text{Economic Potential} &= \{(+0,96 \times 93,129 \times \text{US}\$1,8) + (+0,96 \times 53,49 \times \text{US}\$0,50)\} + \{(-1 \times \\
 &112,56 \times \text{US}\$0,5) + (-2 \times 17,03 \times \text{US}\$0,45)\} \\
 &= \text{US}\$ 114,06 /\text{kmol C}_6\text{H}_5\text{NH}_2
 \end{aligned}$$

Kurs dollar per tanggal 1 Februari 2023, Bank Indonesia 1 \$ = Rp. 14.960,20,-

Berdasarkan hasil perhitungan diatas didapatkan kesimpulan bahwa pabrik Anilin untung dan dapat didirikan pada tahun 2027.

1.4.6. Menentukan Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi perlu direncanakan untuk mendirikan suatu pabrik. Jumlah ini dapat mengatasi permintaan kebutuhan Anilin di dalam negeri dan juga kebutuhan dunia. Perkiraan kapasitas produksi dapat ditentukan menurut nilai konsumsi setiap tahun dengan melihat perkembangan industri dalam kurun waktu berikutnya.

Direncanakan pabrik akan berdiri pada tahun 2027. Pada produksi ini, data yang digunakan adalah data impor dari tahun 2017-2022, sehingga perkiraan penggunaan Anilin pada tahun 2027 dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

Dimana:

M = jumlah impor pada tahun 2027 (ton/tahun)

P = jumlah impor pada tahun 2022 (ton/tahun)

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

n = jangka waktu pabrik berdiri (2022-2027) = 5 tahun

Tabel 1.3. Data Impor Anilin di Indonesia

No.	Tahun	Jumlah (kg)	Jumlah (ton)	Pertumbuhan
1.	2017	23120112	23120,112	-
2.	2018	24529059	24529,059	6,09 %
3.	2019	24828459	24828,459	1,22 %
4.	2020	24899931	24899,931	0,29 %

5.	2021	26983684	26983,684	8,37 %
6.	2022	27932720	27932,720	3,52 %
Rata-rata				3,9 %

Dari data kebutuhan Anilin di Indonesia, maka dapat diperkirakan kapasitas impor Anilin pada tahun 2027 adalah

$$\begin{aligned}
 M &= P (1 + i)^n \\
 &= 27.932.720 (1+0,04)^5 \\
 &= 33.984.424,9 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Pada umumnya kegiatan ekspor dapat memperlancar kinerja dari suatu pabrik, dimana pada umumnya asumsi ekspor pendirian pabrik sekitar 40-60 %. Oleh karena itu pendirian pabrik ini dapat diambil asumsi ekspor sebesar 50% dari kapasitas pabrik baru untuk menaikkan devisa negara, sehingga kebutuhan impor dapat diminimalisir , maka $M_{\text{ekspor}} = 0,50 M$

Dari hasil diatas dapat dihitung kapasitas pabrik Anilin pada tahun 2027 yang ditentukan berdasarkan persamaan sebagai berikut:

Sehingga kapasitas pabrik baru,

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas pabrik baru (M)} &= M_{\text{ekspor}} + M_{\text{impor}} \\
 M &= 0,50 M + 33.984.424,9 \\
 M - 0,50 M &= 33.984.424,9 \\
 0,50 M &= 33.984.424,9 \\
 M &= 69.355.969,2 \text{ ton/tahun} \\
 M &= 70.000 \text{ ton/ tahun}
 \end{aligned}$$

Dengan pertimbangan ketersediaan bahan baku dan permintaan ekspor yang besar, maka dapat diambil untuk kapasitas produksi pada tahun 2027 adalah sebesar 70.000 ton/tahun.

1.5. Lokasi Pabrik

Lokasi suatu pabrik sangat menentukan kemajuan serta kelangsungan dalam suatu industri pada masa ini maupun di masa yang akan datang karena berpengaruh terhadap faktor produksi dan distribusi dari pabrik yang akan didirikan. Dalam melakukan penentuan lokasi suatu pabrik harus memiliki dasar perhitungan biaya produksi dan distribusi yang minimal serta pertimbangan sosiologi dan budaya masyarakat di sekitar lokasi pabrik.

Tata letak suatu pabrik tersebut harus berdasarkan teknis pengoperasian pabrik dan sudut pandang ekonomisnya dari perusahaan tersebut yang mana dapat mempengaruhi lancar atau tidaknya produksi dari pabrik. Oleh karena itu perlu diadakan seleksi dan evaluasi, sehingga lokasi yang dipilih memenuhi persyaratan bila ditinjau dari beberapa segi parameter berdirinya pabrik. Pengoperasian suatu pabrik pada dasarnya ditentukan oleh faktor utama, sedangkan untuk lokasi yang tepat berdirinya pabrik tersebut ditentukan berdasarkan faktor khusus.

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 sumber bahan baku
- Cara mendapatkan bahan baku dan pengangkutannya

B. Pemasaran

Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai daerah pemasaran adalah :

- Daerah dimana produk diakan dipasarkan
- Daya serap pasar dan prospek pasar dimasa yang akan datang
- Pengaruh persaingan yang ada
- Jarak daerah pemasaran dan cara mencapai daerah tersebut

C. Tenaga listrik dan bahan bakar

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Kemungkinan pengadaan listrik dan bahan bakar
- Harga listrik dan bahan bakar
- Kemungkinan pengadaan listrik dari PLN (Pusat Listrik Negara)
- Sumber bahan bakar

D. Persediaan air

Air dapat diperoleh dari beberapa sumber, yaitu :

- Berasal dari air sungai / sumber air
- Berasal dari air kawasan industri
- Berasal dari perusahaan air minum (PDAM)

Jika kebutuhan air cukup besar, pengambilan air sumber / air sungai lebih ekonomis.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan sumber air :

- Kemampuan sumber air untuk memenuhi kebutuhan pabrik
- Kualitas dari sumber air yang tersedia
- Pengaruh musim terhadap kemampuan penyediaan air
- Nilai ekonomisnya

E. Iklim

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Keadaan alam yang mempengaruhi tinggi rendahnya investasi untuk konstruksinya
- Kelembaban dan temperatur udara
- Adanya badai, topan, dan gempa bumi

2. Faktor khusus:

A. Transportasi

Yang harus diperhatikan dalam hal ini adalah pengangkutan bahan baku, bahan bakar, dan produk yang dihasilkan, berkaitan dengan fasilitas-fasilitas yang ada, yaitu :

- Jalan raya yang dapat dilalui kendaraan berat
- Sungai dan laut yang dapat dilalui oleh kapal pengangkut
- Lokasi dekat dengan pelabuhan yang memadai

B. Tenaga kerja

Tenaga kerja dibagi menjadi 2 macam, yaitu tenaga kerja ahli dan tenaga kerja non ahli. Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Mudah atau sulitnya mendapatkan tenaga kerja yang berada disekitar pabrik
- Tingkat penghasilan tenaga kerja didaerah itu
- Keahlian atau tingkat pendidikan tenaga kerja yang ada

C. Peraturan dan perundang-undangan

Undang – undang yang perlu diperhatikan antara lain:

- Ketentuan mengenai daerah industri
- Ketentuan mengenai penggunaan jalan umum bagi industri yang ada
- Ketentuan umum lain bagi industri didaerah lokasi pabrik

D. Karakteristik lokasi

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

- Struktur tanah, daya dukung terhadap pondasi bangunan pabrik, kondisi pabrik, kondisi jalan, serta pengaruh air
- Penyediaan dan fasilitas tanah untuk perluasan atau unit baru
- Harga tanah

E. Faktor lingkungan

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Adat istiadat / kebudayaan didaerah sekitar lokasi pabrik
- Fasilitas perumahan, sekolah, poliklinik, dan tempat ibadah
- Fasilitas tempat hiburan dan biayanya.

F. Pembuangan limbah

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

Berdasarkan faktor-faktor diatas maka pabrik Anilin di Indonesia direncanakan berlokasi di daerah kawasan industri Gresik, Jawa Timur. Alasan atau dasar pemilihan lokasi tersebut dilandasi oleh beberapa faktor yaitu:

1. Penyediaan Bahan Baku

Bahan baku utama yang digunakan dalam pembuatan Anilin adalah amonia dan Klorobenzenae. Kebutuhan Klorobenzenaa impor melalui pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. Untuk amonia didapatkan dari dalam negeri yaitu PT. Petrokimia Gresik.

2. Transportasi

Terdapatnya sarana pengangkutan yang memadai pada lokasi pabrik tersebut, yang mana dekat dengan jalan raya utama. Selain itu,transportasi lewat jalur laut juga dekat dari lokasi pabrik ke pelabuhan. Sehingga dapat menunjang kegiatan transportasi antar pulau. Kawasan industri Gresik memiliki sarana transportasi yang memadai, baik melalui darat (jalur kereta api, dan jalan tol ke berbagai daerah lain), laut (dekat Pelabuhan Tanjung Perak), Bandara (dekat Bandara Juanda), jalur distribusi barang untuk pasar domestik dan internasional akan semakin pendek sehingga efisiensi biaya logistik dalam memproduksi barang akan semakin kompetitif.

3. Kebutuhan Air

Persediaan air tersedia yang merupakan syarat utama pendirian pabrik kimia, kebutuhan air ini diperoleh dari air kawasan yang disediakan di kawasan industri Gresik tersebut yang mampu mencukupi kebutuhan air untuk pengolahan suatu pabrik. Air kawasan dipilih untuk memenuhi kebutuhan air di pabrik dengan terlebih dahulu mengalami pengolahan. Selain itu pemilihan air kawasan untuk memenuhi kebutuhan air di pabrik juga disebabkan karena kebutuhan air tidak terlalu besar, baik sebagai air pendingin, maupun sebagai air sanitasi.

4. Kebutuhan Tenaga Listrik dan Bahan Bakar

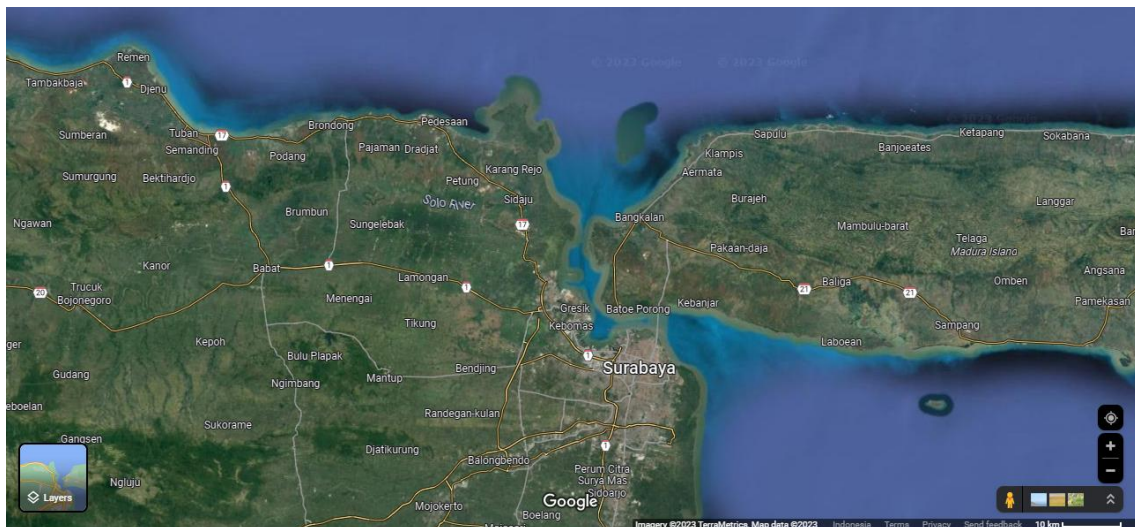
Pembangkit listrik utama untuk pabrik diperoleh dari PLN dan bahan bakarnya diperoleh dari Pertamina.

5. Tenaga Kerja

Sebagai kawasan industri, daerah ini merupakan salah satu tujuan para pencari kerja. Tenaga kerja ini merupakan tenaga kerja yang produktif dari berbagai tingkatan baik yang terdidik maupun yang belum terdidik.

6. Biaya untuk Tanah

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



Gambar 1.1. Peta Gresik-Jawa Timur



(1)



Gambar 1.2. Peta Lokasi Pabrik Anilin di Daerah Industri JIPE(1-2)