

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Aniline 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. Aniline murni hasil distilasi adalah cairan tidak berwarna yang menjadi gelap saat terpapar cahaya dan udara, karakteristiknya manis, memiliki bau aromatik seperti amina, larut dalam sebagian besar pelarut organik. Aniline memiliki kemurnian 99 %^[1].

Aniline banyak digunakan untuk membuat berbagai macam produk kimia. Di dalam industri kimia saat ini aniline memiliki peranan penting dalam pembuatan polimer, karet, bidang pertanian, industri pewarna, pigmen, pembuatan obat-obatan dan bahan kimia fotografi^[1].

Penggunaan aniline sangat besar di berbagai sektor namun ketersediaannya belum mencukupi kebutuhan industri yang berada di Indonesia. Pabrik aniline belum ada di Indonesia, hal ini dibuktikan menurut data yang tercantum pada Badan Pusat Statistik yang menyatakan bahwa Indonesia mengimpor aniline dari negara Cina, India, Eropa dan Jepang dalam jumlah yang sangat besar tiap tahunnya sebesar 4,16%^[2].

Oleh karena itu, mendirikan pabrik aniline di Indonesia akan sangat menguntungkan untuk memenuhi kebutuhan lokal yang semakin meningkat dan mengurangi ketergantungan impor dari negara lain. Di samping itu, dengan adanya pabrik aniline dapat membuka lapangan pekerjaan baru.

1.2. Sejarah Perkembangan Industri

Aniline pertama kali dibuat oleh O. Unverdorben pada tahun 1826 dengan proses penyulingan kering nila dan menyebutnya sebagai “krystallin”. Pada tahun 1834, F. Runge menemukan aniline di tar batubara sedangkan di tahun 1841, C. F. Fritzsche membuat cairan dengan memanaskan nila dengan kalium dan memberinya nama “aniline” diambil dari kata “anil” (bahasa Portugis)^[3].

Struktur aniline ditemukan oleh W. Von Hofmann pada tahun 1843 dengan demonstrasi yang diperoleh dengan proses mereduksi nitrobenzene dan hidrogenasi nitrobenzene. Proses reduksi nitrobenzene merupakan proses yang menggunakan bahan

baku nitrobenzene, logam Fe dan larutan HCl sebagai katalis. Hasilnya berupa aniline 95% berat (secara teoritis). Proses hidrogenasi nitrobenzene adalah proses pembuatan aniline dari nitrobenzene uap yang direaksikan dengan gas hidrogen untuk mempercepat reaksi dibantu dengan katalis *Cooper Carbon* [3].

Pada tahun 1942 W. H. William menemukan proses ammonolisis yang merupakan proses pembuatan aniline dengan mereaksikan klorobenzena dan ammonia cair pada suhu dan tekanan optimum dengan bantuan katalis Cu_2O . Hasil yang diperoleh (yield) 96% aniline dan amonium klorida [4].

1.3. Kegunaan Produk

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

- Bahan dasar untuk produksi pewarna azo
- Dalam bidang obat-obatan, turunan aniline disulfida digunakan sebagai pengobatan penyakit alergi
- Di industri pewarna dan pigmen, senyawa aniline digunakan dalam komposisi pewarna rambut dan cara pewarnaan rambut
- Dalam pertanian senyawa aniline yang mengandung fluor sebagai bahan awal insektisida
- Industri polimer, karet, dan bahan baku kimia fotografi [1].

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

1.4.1. Bahan Baku Utama

A. Nitrobenzene^[1]

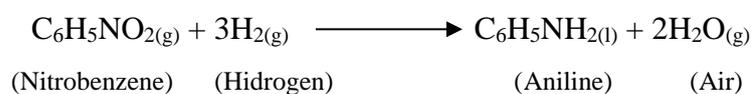
Sifat-sifat Fisika:

- | | |
|-----------------|--|
| - Rumus molekul | : $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$ |
| - Massa molekul | : 123,11 g/mol |
| - Bau | : menyengat |
| - Bentuk | : cair |
| - Densitas uap | : $4,1 \text{ g/cm}^3$ |
| - Kelarutan | : 19 g/ml pada 20°C |
| - Titik beku | : $5,85^\circ\text{C}$ pada 101,3 kPa |
| - Titik didih | : $210,9^\circ\text{C}$ pada 101,3 kPa |
| - Titik nyala | : 88°C |

- Viskositas : 2,17 cP pada 15 °C
- Warna : kuning
- Kemurnian : 99,8%
- Impuritis : 0,01% Benzene (C₆H₆)
0,01% Air (H₂O)

Sifat-sifat Kimia:

- Pelarut organik yang baik
- Bahan baku pembuatan aniline dengan reaksi hidrogenasi katalitik fase uap nitrobenzene ^[1]



Sifat-sifat Termodinamika:

- Kalor jenis : 1,509 J/g
- Panas laten penguapan : 331 J/g
- Panas laten fusi : 94,2 J/g
- Panas pembakaran : 3,074 MJ/mol

1.4.2. Bahan Baku Pembantu

A. Hidrogen^[1]

Sifat-sifat Fisika:

- Rumus molekul : H₂
- Berat molekul : 2,02 g/mol
- Bau : tidak berbau
- Bentuk : gas
- Densitas : 0,04460 x 10³ mol/cm³ pada 0 °C
- Titik beku : 13,947 K
- Titik didih : 20,380 K
- Viskositas : 0,00830 cP pada 0 °C
- Warna : tidak berwarna
- Kemurnian : 99,9%
- Impuritis : 0,01% Nitrogen (N₂)

Sifat-sifat Kimia:

- Proses reduksi senyawa organik menghasilkan aniline

- Titik didih : 184,4 °C pada 101,3 kPa
- Titik nyala : 70 °C closed cup, 75.5 °C open cup
- Viskositas : 4,35 cP pada 20 °C
- Warna : tidak berwarna
- Kemurnian : 99%
- Impuritis : 0,1% (Nitrobenzene dan Air)

Sifat-sifat Kimia:

- Cairan tidak berwarna yang menjadi gelap saat terpapar cahaya dan udara.
- Larut dalam sebagian besar pelarut organik.
- Bahan dasar pewarna azo dengan proses diazotisasi ^[7]



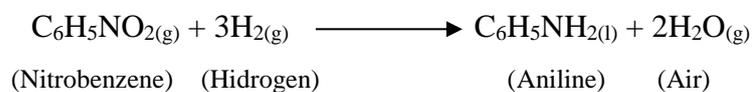
Sifat-sifat Termodinamika:

- 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

1.5. Analisa Pasar

1.5.1. Analisa Ekonomi

Pemasaran produk aniline 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.



Tabel 1.1. Daftar Harga Bahan dan Produk^[5]

No	Bahan	Berat Molekul (g/mol)	Harga (\$/kg)
1.	C ₆ H ₅ NO ₂	123,11	0,511
2.	H ₂	2,02	0,6
3.	C ₆ H ₅ NH ₂	93,129	4

Tabel 1.2. Analisa Kebutuhan Dan Hasil Reaksi Pada Aniline

Reaksi	Komponen			
	C ₆ H ₅ NO ₂	H ₂	C ₆ H ₅ NH ₂	H ₂ O
1	-1	-3	+1	+2
Total	-1	-3	+1	+2

$$\begin{aligned}
 \text{Economic Potential} &= \{(+1 \times 93,129 \times \text{U\$4})\} + \{(-1 \times 123,11 \times \text{U\$0,511}) + (-3 \times 2,02 \times \\
 &\quad \text{U\$0,6}) \\
 &= \text{U\$ } 305,970 / \text{kmol C}_6\text{H}_5\text{NH}_2
 \end{aligned}$$

Kurs dollar per tanggal 17 Juli 2021, Bank Indonesia = Rp. 14.492,15,-

Berdasarkan hasil perhitungan diatas didapatkan bahwa pabrik Aniline mendapatkan keuntungan sebesar U\$ 305,970.

1.5.2. Menentukan Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi perlu direncanakan untuk mendirikan suatu pabrik. Jumlah ini dapat mengatasi permintaan kebutuhan aniline 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 2026. Pada produksi ini, data yang digunakan adalah data impor dari tahun 2015-2020, sehingga perkiraan penggunaan aniline pada tahun 2026 dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$M = P (1 + i)^n \text{ [6]}$$

Dimana:

M = jumlah impor pada tahun 2026 (ton/tahun)

P = jumlah impor pada tahun 2020 (ton/tahun)

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

n = jangka waktu pabrik berdiri (2020-2026) = 6 tahun

Tabel 1.3. Data Impor Aniline di Indonesia^[2]

No.	Tahun	Jumlah (kg)	Jumlah (ton)	Pertumbuhan
1	2015	27619510	27619,510	-
2	2016	33023980	33023,980	19,56%
3	2017	38284590	38284,590	15,92%
4	2018	52327200	52327,200	36,67%
5	2019	46836840	46836,840	-10,49%

6	2020	27701120	27701,120	-40,85%
Rata-rata				4,16%

Dari data kebutuhan aniline di Indonesia, maka dapat diperkirakan kapasitas impor aniline pada tahun 2026 adalah

$$\begin{aligned}
 M &= P(1+i)^n \\
 &= 27.701,120 (1+0,0416)^6 \\
 &= 35.387,078 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

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

$$\text{Mekspor} = 0,50 M$$

Dari hasil diatas dapat dihitung kapasitas pabrik aniline pada tahun 2026 yang ditentukan berdasarkan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Sehingga kapasitas pabrik baru (M)} &= \text{Mekspor} + \text{Mimpor} \\
 M &= 0,50 M + 35.387,078 \\
 M - 0,5 M &= 35.387,078 \\
 0,50 M &= 35.387,078 \\
 M &= 70.774,156 \text{ ton/tahun} \\
 M &= 70.000 \text{ ton/ tahun}
 \end{aligned}$$

Dengan pertimbangan ketersediaan bahan baku dan permintaan ekspor yang besar, maka dapat diambil untuk kapasitas produksi pada tahun 2026 adalah sebesar 70.000 ton/tahun.

1.6. 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 bahan baku yang ada
- Cara mendapatkan bahan baku dan pengangkutannya

B. Pemasaran (*marketing*)

Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai daerah pemasaran adalah :

- Daerah hasil produksi akan 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 :

- Ada atau serta jumlah tenaga listrik
- 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
- Humidity 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
- Perburuhan dan serikat buruh
- Keahlian atau tingkat pendidikan tenaga kerja yang ada

C. Peraturan dan perundang-undangan

Undang – undang yang perlu diperhatikan antara lain:

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

D. Karakteristik lokasi

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

- Susunan 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 Aniline di Indonesia direncanakan berlokasi di daerah kawasan industri Gresik, Jawa Timur dengan luas lahan sebesar 140 ha . Alasan atau dasar pemilihan lokasi tersebut dilandasi oleh beberapa faktor yaitu:

1. Penyediaan Bahan Baku

Bahan baku utama yang digunakan dalam pembuatan aniline ($C_6H_5NH_2$) adalah gas hidrogen (H_2) dan nitrobenzene ($C_6H_5NO_2$). Kebutuhan nitrobenzene didatangkan dari Shaanxi Bloom Tech Co., Ltd dan katalis tembaga (Cu) diimpor dari Dongguan Sat Nano Technology Material Co., Ltd melalui pelabuhan Petrokimia Gresik. Untuk gas hidrogen didapatkan dari dalam negeri yaitu PT. Linde Gresik Indonesia.

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 Petrokimia Gresik), 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 proses, air pendingin, maupun sebagai air sanitasi.

4. Kebutuhan Tenaga Listrik dan Bahan Bakar

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

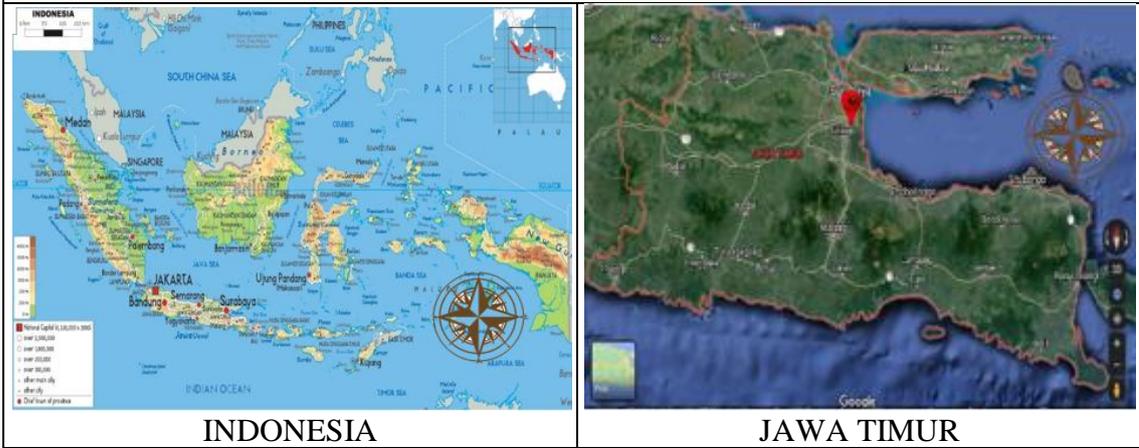
5. Tenaga Kerja

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.

PETA GRESIK - JAWA TIMUR



INDONESIA

JAWA TIMUR

GRESIK - JAWA TIMUR



Gambar 1.1. Denah Lokasi Pabrik (1-2)^[7]