

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Tujuan pembangunan industri nasional adalah untuk mempertahankan pasar dalam negeri sekaligus meningkatkan daya saing untuk memasuki pasar nasional. Pesatnya laju pertumbuhan industri masyarakat Indonesia telah mempengaruhi perkembangan subsektor industri. Dengan berkembangnya Industri, kebutuhan akan bahan baku dan penolong juga semakin meningkat. Seiring dengan perkembangan peradaban manusia, dunia industri harus dapat terus meningkatkan teknologi tersebut melalui penemuan-penemuan baru dan pengembangan teknologi-teknologi sebelumnya. Perkembangan industri Indonesia khususnya industri kimia terus berkembang pada sektor-sektor yang memproduksi baik bahan jadi maupun bahan baku industri lainnya.

Dalam industri kimia *biphenyl* merupakan salah satu produk intermediet yang potensial untuk dikembangkan karena memiliki kegunaan yang cukup luas, diantaranya yaitu sebagai bahan baku pembuatan polimer PCB, pelarut dalam produksi obat-obatan, pembawa zat warna tekstil, pembawa zat warna tinta cetak, dan sebagai pendingin (*Downtherm*).

Difenil adalah dua cincin *benzene* yang terbentuk dari molekul hidrokarbon dengan rumus molekul  $C_{12}H_{10}$ , juga dikenal sebagai *biphenyl*, senyawa ini berbentuk padat di bawah kondisi atmosfer, berwarna putih dan memiliki bau yang khas.

Mengingat banyaknya kebutuhan akan bahan kimia tersebut, sedangkan negara kita masih mengimpor, maka pendirian pabrik *biphenyl* ini akan dapat menguntungkan dan memberi manfaat bagi industri lainnya. Kapasitas pabrik dipilih berdasarkan data impor di Indonesia *biphenyl*, dan rata-rata kapasitas pabrik yang telah berdiri dan di hitung menggunakan perhitungan pertumbuhan sehingga diperoleh kapasitas pabrik sebesar 145.000 ton/tahun. Selain itu, permintaan *biphenyl* dalam negeri dapat terpenuhi, meningkatkan nilai tukar negara dan dengan demikian

menciptakan lapangan kerja dan dapat mengurangi pengangguran. Pabrik ini berencana berdiri di daerah Gresik, Jawa Timur.

## I.2. Penentuan Kapasitas Pabrik

Beberapa faktor harus diperiksa sebelum memperkirakan kapasitas desain pabrik, termasuk perkembangan konsumsi *Biphenyl* atau statistik impor *Biphenyl* di dalam negeri, serta kapasitas pabrik yang ada.

### I.2.1. Kebutuhan *Biphenyl* di Indonesia

Berdasarkan data Biro Pusat Statistik (BPS), kebutuhan *Biphenyl* di Indonesia tahun 2018-2022 disajikan pada Tabel I.1

Tabel I. 1 Impor Produk di Indonesia

No	Tahun	Kapasitas (Ton/Tahun)	Pertumbuhan
1.	2018	24.643,40	-
2.	2019	25.732,50	0,0442
3.	2020	57.642	1,2400
4.	2021	49.512	-0,1410
5.	2022	76.381	0,5427
Total			1,6859
Pertumbuhan rata-rata			0,4215

(Sumber badan statistik pusat, 2023)

Berdasarkan data diatas maka dapat ditentukan kebutuhan *Biphenyl* pada tahun 2027 dengan menggunakan persamaan berikut ini :

$$F=F_0(1+i)^n$$

Dimana :

F = Perkiraan kebutuhan *Biphenyl* pada tahun 2027

F<sub>0</sub> = Kebutuhan *Biphenyl* pada tahun terakhir (2022)

i = Perkembangan rata-rata

n = Selisih waktu

mencari i dengan menggunakan persamaan

$$i = \frac{\text{volume tahun } n - \text{volume tahun } n - 1}{\text{volume tahun } n - 1}$$

Sehingga diperoleh :

$$F= F_0 (1+i)^n$$

$$F = 76.381 (1 + 0,4215)^4$$

$$F = 311.841,90$$

Berdasarkan hasil yang diperoleh, maka perkiraan kebutuhan *Biphenyl* pada tahun 2027 sebanyak 311.841,90 ton/tahun

### I.2.2. Kapasitas Pabrik yang Sudah Berdiri

Agar dapat menentukan kapasitas desain diperlukan data berupa kapasitas pabrik yang telah dibangun, data yang diperoleh dari [www.Hyprowira.com](http://www.Hyprowira.com) terdiri dari kapasitas pabrik yang telah dibangun di dunia. Data disajikan pada tabel I.2

Tabel I. 2 Harga Bahan Baku dan Produk 1

No	Nama Produsen	Negara	Jumlah (Ton)
1	Monsanto	Amerika Serikat	641.246
2	Kanegafuchi Chemical Industri Co., Ltd	Jepang	56.326
3	Mitsubishi	Jepang	2.461
4	Bayer AG	Republik Federal Jerman	159.062
5	Prodelec	Prancis	134.654
6	S.A. Cross	Spanyol	29.012
7	Monsanto	Inggris	66.542
8	Caffaro	Italia	31.092
9	Chemko	Ceko Slowakia	21.482
10	Orgsteklo	Uni Soviet	141.800
11	Orgsintez	Uni Soviet	32.000
12	Xi'an	Cina	8.000

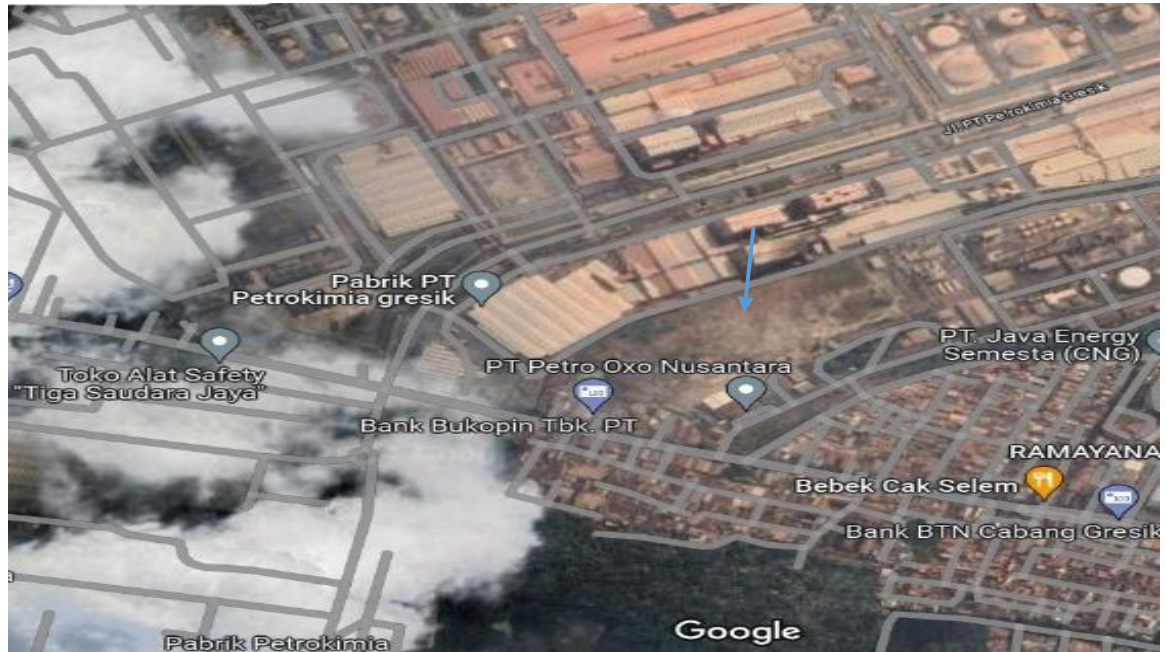
(Sumber : Hyprowira, 2021)

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari persamaan, perkiraan data impor pada tahun 2027 sebesar 311.841 ton/tahun dengan masa simpan 1 bulan, karena jika lebih dari 1 bulan maka ditakutkan akan overload.

Dengan adanya pendirian pabrik ini diharapkan bisa untuk memenuhi kebutuhan *Biphenyl* yang ada di dalam negeri. Berdasarkan data statistik dari Badan Pusat Statistik Indonesia dan pertimbangan dimensi dan efektifitas peralatan industri, maka dipilihlah kapasitas 145.000 ton/tahun. Kapasitas ini diharapkan dapat memenuhi permintaan domestik sambil menurunkan tingkat impor.

### I.3. Pemilihan Lokasi Pabrik

Pabrik *Biphenyl* ini rencananya akan dibangun di Kawasan Industri Gresik, Jawa Timur.



Gambar I. 1 Denah Lokasi Rencana Pembangunan Pabrik *Biphenyl*

Pertimbangan pemilihan lokasi pendirian pabrik ini adalah:

#### 1. Penyediaan Raw Material

Penyediaan raw material harus diperhatikan karena raw material merupakan prasyarat utama bagi keberlangsungan sebuah pabrik sehingga penyediaan raw material harus diperhatikan. Pemilihan lokasi pabrik ini berada di daerah Gresik, Jawa Timur, Karena waktu tempuh menuju pabrik cukup memadai dengan bahan baku, yaitu  $C_6H_6$  dalam *liquid Phase* yang diperoleh dari PT *Trans Pacific Petrochemical* (TPPI), dan didistribusikan melalui transportasi darat.

#### 2. Pemasaran

Produk *Biphenyl* sangat diperlukan untuk pabrik polimer, terpenting di bidang plastik keras yang banyak digunakan pada barang elektronik, dan juga untuk *thermo fluid*. Pabrik berlokasi strategis di Gresik, Jawa Timur, berdekatan dengan pelabuhan dan sektor Industri Tanjung Perak, Serta

pasar industri lainnya di Indonesia. Ini memfasilitasi komersialisasi domestik dan Internasional

3. Sarana Transportasi

Transportasi lewat darat dan laut sudah cukup lengkap di Gresik, Jawa Timur, karena terdapat jalan raya yang layak dan dekat dengan pelabuhan Tanjung Perak yang memungkinkan *transfer* bahan mentah ke industri dan barang jadi ke konsumen

4. Penyediaan Tenaga Kerja

Pertimbangkan untuk menyediakan tenaga kerja terampil (baik yang terampil maupun terdidik) untuk mengoperasikan fasilitas industri. Merekrut lulusan terampil dari seluruh Indonesia dan Luar Negeri sesuai kebutuhan, sedangkan tenaga kerja berketerampilan rendah dapat ditanggung baik oleh penduduk lokal maupun transmigran untuk mengurangi pengangguran

5. Penyediaan Utilitas

Di Gresik, Jawa Timur, terdapat beberapa usaha (kawasan pabrik) disekitarnya yang dilengkapi dengan utilitas yang memasok air dan uap. Untuk pabrik *Biphenyl* ini, pembelian air dari PT.Petrokimia Gresik. Begitu juga kebutuhan listrik tidak akan mengalami kesulitan dalam penyediaan PLN dan penyediaan *units genset*.

6. Penyediaan Bahan Bakar dan Energi

Ada kawasan industri di Gresik, Jawa Timur, di mana banyak bisnis dan industri penting membantu memastikan pasokan bahan bakar yang lengkap.

7. Iklim

Iklim di daerah Gresik, Jawa Timur umumnya cukup sehat.

8. Undang -Undang dan Peraturan

Peraturan daerah tidak menjadi masalah karena kedekatan pabrik dengan kawasan industri pabrik lainnya. Akibatnya, pemerintah daerah memberikan izin, dan lingkungan dapat memperoleh manfaat darinya.

## I.4. Tinjauan Pustaka

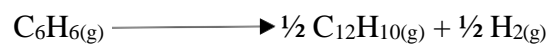
### I.4.1. Macam-macam Metode Pembuatan *Biphenyl*

*Biphenyl* merupakan senyawa *hydrogen aromatic* dengan rumus molekul  $C_{12}H_{10}$ . *Biphenyl* merupakan komponen organik yang berbentuk kristal atau padatan. *Biphenyl* merupakan salah satu bahan perantara yang sangat penting dalam industri kimia, manfaatnya yaitu sebagai bahan intermediet. *Biphenyl* pertama kali ditemukan pada tahun 1862 dan diidentifikasi pada tahun 1867 (Kirk Othmer-*Encyclopedia of Chemical Technology*).

*Biphenyl* dapat diproduksi dengan dua metode yaitu Dehidrogenasi *Benzene* dan Dimerisasi *Benzene*.

#### 1. Dehidrogenasi *Benzene*

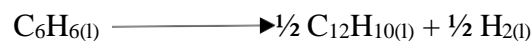
Pada suhu 375-400°C *biphenyl* berjalan dengan optimal dengan tekanan 2 atm tanpa menggunakan katalis. Proses ini terlaksana dalam fase gas dan menggunakan Reaktor Alir Pipa (RAP). Hasil produk yaitu *biphenyl* dan hidrogen yang dipisahkan di dalam separator, kemudian *biphenyl* dimurnikan di dalam Menara Distilasi. Dengan reaksi sebagai berikut :



(Kirk Othmer,1981)

#### 2. Dimerisasi *Benzene*

Reaksi yang digunakan pada saat pembuatan *biphenyl* dengan metode ini adalah sebagai berikut :



(Ullmans Encyclopedia of Chemical Technology)

### I.4.2. Pemilihan Proses

Seleksi proses merujuk pada aspek teknis dan bermanfaat bagi aspek perdagangan. Dalam hal perdagangan, dapat dievaluasi melalui perkiraan potensi perdagangan. Kedua prosedur tersebut memiliki potensi perdagangan yang dapat dilihat pada tabel I.3 dibawah ini :

Tabel I. 3 Harga Bahan Baku dan Produk

Material	Mr (kg/kmol)	Harga (\$/kg)
H <sub>2</sub>	2	0
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	78	1.5
C <sub>12</sub> H <sub>10</sub>	154	2.83

$$EP = (BM_{C_{12}H_{10}} \cdot \text{Harga } C_{12}H_{10}) + (BM_{H_2} \cdot \text{Harga } H_2) - (BM_{C_6H_6} \cdot \text{Harga } C_6H_6)$$

$$= (154 \text{ kg/kgmol} \cdot \text{US\$ } 2,83/\text{kg}) + (2 \text{ kg/kgmol} \cdot \text{US\$ } 0/\text{kg}) - (78 \text{ kg/kmol} \cdot \text{US\$ } 1,5/\text{kg})$$

$$= \text{US\$ } 435,82/\text{kmol} - \text{US\$ } 117/\text{kmol}$$

$$= \text{US\$ } 318,82/\text{kmol}$$

Berikut ini adalah perbandingan proses Pembuatan *biphenyl* yang disajikan dalam tabel 1.4 dibawah ini.

Tabel I. 4 Perbandingan Proses Pembuatan *Biphenyl*

Kondisi Proses	Dehidrogenasi <i>benzene</i>	Dimerisasi <i>benzene</i>
Fase	Gas-gas***	Cair-cair***
Reaksi	<i>Reversible</i> ***	<i>Reversible</i> ***
Suhu	375-400°C*	165-185°C***
Tekanan	1-2 atm***	10 atm*
Proses	Endotermis**	Endotermis**
Reaktor	RAP***	RATB***
Katalis	-***	PdCl <sub>2</sub> *
Produk samping	Hidrogen**	Hidrogen**
Konversi	20-30%***	-
Yield	90-95%***	11-12%*
Jumlah	22	19

Penjelasan :

\*\*\* : Baik sekali

\*\* : Baik

\* : Kurang baik

Dari perbandingan proses diatas yang dipilih yaitu dehidrogenasi *benzene* dengan mempertimbangkan sebagai berikut :

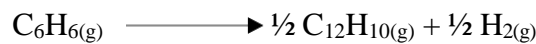
1. Dilihat dari aspek operasi, aktivitas ini tidak memakai katalis dan terjadi dalam fase gas-gas pada temperatur dan tekanan yang lebih rendah dari pada dua reaksi lainnya. Akibatnya, prosedurnya sederhana untuk

dilakukan. Selain itu penggunaan katalis dapat mengakibatkan deaktivasi katalis, sehingga dipilihlah proses tanpa katalis.

2. Konversi dan Yield yang dihasilkan lebih besar sehingga produk yang dihasilkan lebih menguntungkan.

#### I.4.3. Tinjauan Kinetika

Reaksi pembuatan *biphenyl* merupakan reaksi endotermis dan reversible pada suhu 375-400°C dan tekanan 2 atm tanpa menggunakan katalis dan menggunakan Reaktor Alir Pipa (RAP), dengan reaksi homogen reaksi orde 1.



Pengaruh suhu terhadap konstanta kecepatan reaksi dapat ditinjau dari persamaan

$$k = \frac{A E^{-E_a}}{RT}$$

$$k = 1,385 \times 10^{12} \text{ EXP } \frac{287,9}{RT}$$

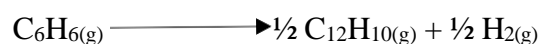
Dari persamaan diatas, diketahui bahwa dengan semakin tinggi suhu reaksi, maka harga konstanta K semakin besar.

(Dasgupta, 1986)

#### I.4.4. Tinjauan Termodinamika

Tinjauan termodinamika ditujukan untuk mengetahui apakah suatu reaksi bersifat endoterm atau eksoterm dan juga menentukan arah reaksi berupa *reversible* atau *irreversible*.

Reaksi pembuatan *biphenyl* dari *benzene* dengan proses dehidrogenasi *benzene* berlangsung sebagai berikut :



Untuk menentukan sifat reaksi dan arah reaksi, maka perlu perhitungan dengan panas pembentukan standar ( $\Delta H$ ) pada 1<sub>f</sub> bar 298 K dari reaktan dan produk. Harga  $\Delta H$  dan  $\Delta G$  dapat dilihat pada Tabel 1.5 berikut ini :

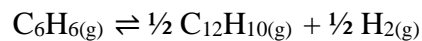


Tabel I. 5 Harga  $\Delta H_{298}$  dan  $\Delta G_{298}$ 

Komponen	$\Delta H_{298}(\text{kJ/mol})$	$\Delta G_{298}(\text{kJ/mol})$
$\text{C}_6\text{H}_6$	82,93	128,9
$\text{C}_{12}\text{H}_{10}$	182,09	281,1
$\text{H}_2$	0	0

(Yaws, 1999)

Pada proses pembentukan *biphenyl* terjadi reaksi berikut :



Maka didapatkan :

- Panas reaksi standar  $\Delta H$

$$\begin{aligned} \Delta H_{298} &= \Delta H_{\text{produk}} - \Delta H_{\text{reaktan}} \\ &= \left[ \left( \frac{1}{2} (182,09 + 0) - (82,93) \right) \text{kJ/mol} \right] \\ &= 8,115 \text{ kJ/mol} \\ &= 8115 \text{ kJ/kmol (endotermis)} \end{aligned}$$

Karena  $\Delta H$  bernilai positif maka reaksi bersifat endotermis.

- Menghitung Konstanta Keseimbangan

$$\begin{aligned} \Delta G^\circ &= -RT \ln K \\ \ln K &= -\frac{\Delta G^\circ}{RT} \\ \Delta G_{298} &= \Delta G_{298} \text{ produk} - \Delta G_{298} \text{ reaktan} \\ &= \left( \frac{1}{2} \right) (281,1 + 0) - (129,8) \\ &= 10,75 \text{ kJ/mol} \\ &= 10750 \text{ kJ/kmol} \\ \ln K &= -\frac{\Delta G^\circ}{RT} \\ \ln K &= -\frac{10750 \text{ kJ/kmol}}{8,314 \text{ kJ/kmol} \times K \times 298} \\ &= 4,3389 \\ K_{298} &= 1,4676 \end{aligned}$$

Pada suhu  $T_1 = 375^\circ\text{C} = 648,15^\circ\text{K}$ ,  $R = 8,314 \text{ kJ/kmol}$ .  $K$  besarnya konstanta kesetimbangan diperoleh dari perhitungan sebagai berikut :

$$\ln \frac{K}{K_1} = -\left( \frac{\Delta H_{298}}{R} \right) \times \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$\begin{aligned}\ln\left(\frac{K}{K_1}\right) &= -\left(\frac{8115}{8,314}\right) \times \left(\frac{1}{298} - \frac{1}{648,15}\right) \\ \ln\left(\frac{K}{K_1}\right) &= -976,0645 \times 1,8129 \times 10^{-3} \\ \ln\left(\frac{K}{K_1}\right) &= -1,7695 \\ &= 0,17\end{aligned}$$

Dari perhitungan termodinamika ini didapatkan nilai  $\Delta H$  yaitu positif maka reaksi bersifat endotermis dan harga konstanta kesetimbangan  $K$  ini relative kecil, maka reaksi berlangsung secara bolak balik (*reversible*)