

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Senyawa fenol meliputi aneka ragam senyawa yang berasal dari tumbuhan, yang mempunyai ciri sama yaitu cincin aromatik yang mengandung satu atau dua substituen hidroksil. Beberapa ribu senyawa fenol alam telah diketahui strukturnya. Fenol yang juga dikenal sebagai *hydroxybenzene*, *carbolic* atau *phenic acid* yang merupakan bahan kimia yang banyak digunakan pada industri *polycarbonate* dan *printing inks*. Tetapi dari semua itu penggunaan fenol yang paling utama adalah dalam industri *fenolic resin adhesives*. Permintaan dunia akan fenol semakin lama semakin meningkat. Pada saat ini penjualan fenol di dunia mencapai 10,7 juta ton/tahun. Sebagai contoh beberapa negara di asia timur seperti Jepang, Korea Selatan dan Taiwan mengkonsumsi sekitar 35% dari kebutuhan dunia sementara itu Amerika Serikat dan Kanada mengkonsumsi sekitar 30% dari kebutuhan dunia. Diperkirakan setiap tahunnya kebutuhan dunia akan fenol bertambah sekitar 4,5% tiap tahunnya. Di Indonesia sendiri fenol diprediksi menjadi salah satu dari dua puluh bahan kimia yang paling prospektif untuk diproduksi.

Kebutuhan Fenol atau asam karbolat dalam negeri diperkirakan akan semakin meningkat seiring dengan peningkatan industri-industri yang menggunakannya sebagai bahan baku. Derivatif dari fenol banyak digunakan sebagai bahan baku pada berbagai industri kimia dan farmasi. Beberapa contoh derivatif dari fenol adalah bisfenol A dan resin fenol. Selain itu fenol juga dapat

digunakan dalam produksi obat-obatan diantaranya adalah sebagai bahan baku pembuatan aspirin dan antiseptik.

Pendirian pabrik fenol di Indonesia akan banyak berdampak memberikan positif, terutama karena di Indonesia belum banyak industri kimia yang memproduksi fenol. Selama ini kebutuhan fenol di Indonesia masih banyak mengandalkan impor dalam jumlah yang besar dari luar negeri. Pabrik fenol didirikan dengan pertimbangan-pertimbangan diantaranya adalah menurunkan ketergantungan fenol dari luar negeri, meningkatkan jumlah lapangan kerja untuk sektor industri kimia, meningkatkan laju pertumbuhan industri lokal yang berbahan baku fenol, mengurangi anggaran belanja negara untuk impor Fenol.

1.2 Kapasitas Perancangan

Pabrik Fenol akan dibangun dengan kapasitas 35.000 ton ditahun 2023. Penentuan kapasitas ini dapat ditinjau dari beberapa pertimbangan, antara lain:

1.1.4 Kebutuhan Produk Indonesia

a) Supply

- **Data Impor**

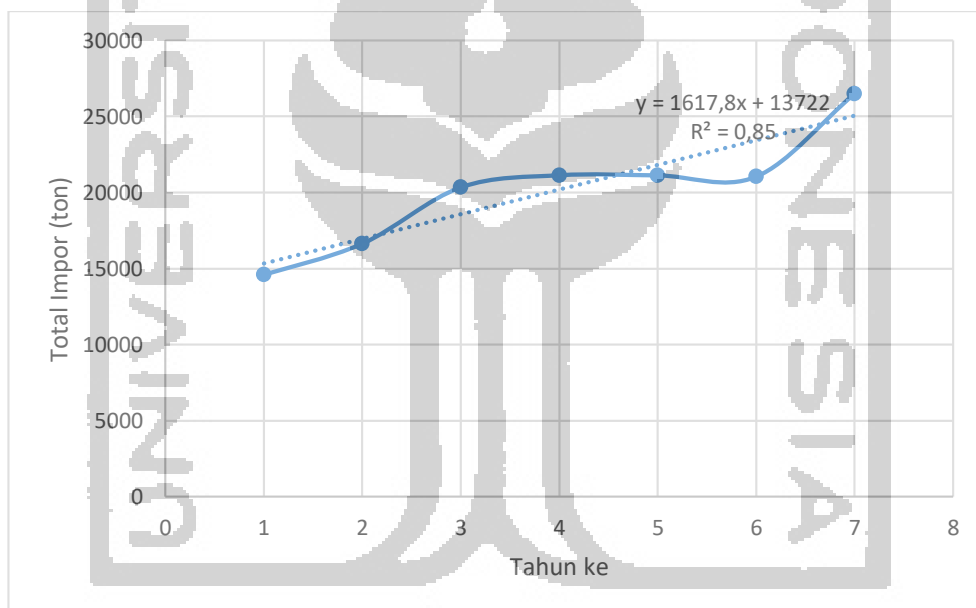
Berikut ini data impor fenol di Indonesia pada beberapa tahun terakhir.

Disajikan dalam Tabel 1.1

Tabel 1. 1 Data Import Fenol di Indonesia pada tahun 2012-2018

Tahun ke -	Tahun	Jumlah (Ton)
1	2012	14.593,113

Tahun ke -	Tahun	Jumlah (Ton)
2	2013	16.630,449
3	2014	20.337,179
4	2015	21.134,872
5	2016	21.125,192
6	2017	21.037,094
7	2018	26.492,053



Gambar 1. 1 Hubungan antara Tahun dan Kebutuhan Impor Fenol di Indonesia menurut data BPS

Dari data tersebut kita peroleh persamaan dari teori regresi linear, yaitu:

$$y = 1.617,8x + 13.722 \quad \dots\dots (1.1)$$

dengan:

$$x = \text{Tahun ke-}x$$

y = Kebutuhan produk pada tahun ke- x (ton/tahun)

R = Gradien

Kebutuhan Fenol pada tahun 2023 dapat diprediksi dengan persamaan (1.1)

dengan nilai $x = 2023$ sehingga :

$$\begin{aligned} y &= 1.617,8x + 13.722 \\ &= (1.617,8 \times 12) + 13.722 \\ &= 33.135,6 \text{ ton / tahun} \end{aligned}$$

- **Produksi**

Pabrik fenol di Indonesia yang sudah banyak beroperasi di Indonesia. Tercatat hanya ada 4 pabrik fenol yang beroperasi dengan kapasitas masingmasing adalah:

Tabel 1. 2 Daftar Nama Perusahaan Fenol di Indonesia

NO	NAMA PERUSAHAAN	KAPASITAS (Ton/Tahun)
1	PT. Metropolitan Penol Pratama	40.000
2	PT. Lambang Tri Usaha	45.000
3	PT. Batu Penggal Chemical Industri	35.000
4	PT. Bumi Banjar Utama Sakti	5.250
Total		125.250

Dari data produksi dalam negeri diatas, Fenol dianggap tetap pada nilai 125.250 ton/tahun karena pabrik telah beroperasi pada kapasitas terpasangnya.

Berdasarkan data impor dan produksi dalam negeri Fenol di Indonesia pada tahun 2023 yang telah diketahui, maka dapat ditentukan nilai supply Fenol di Indonesia yaitu

$$\begin{aligned} \text{Supply} &= \text{Impor} + \text{Produksi} \\ &= (125.250 + 33.135,6) \text{ ton/tahun} \\ &= 158.385,6 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

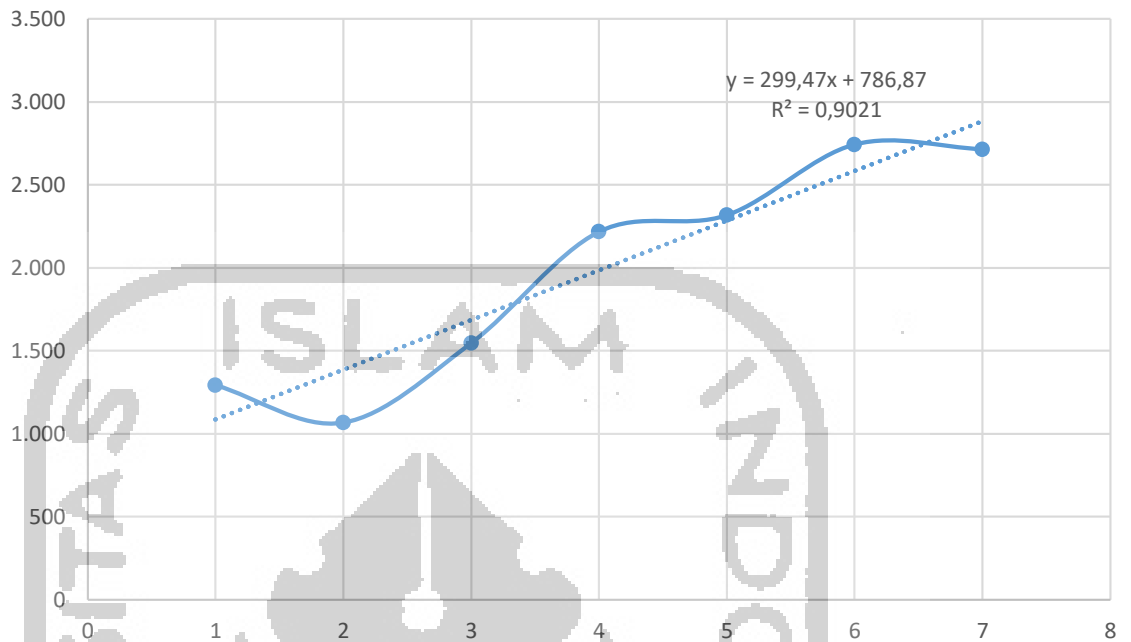
b) Demand

- **Data Ekspor**

Berikut ini merupakan data ekspor fenol di Indonesia dalam beberapa tahun terakhir.

Tabel 1. 3 Data Ekspor Fenol di Indonesia tahun 2012-2018

Tahun ke-	Tahun	Jumlah (Ton)
1	2012	1.292,915
2	2013	1.066,699
3	2014	1.545,186
4	2015	2.216,11
5	2016	2.316,283
6	2017	2.742,12
7	2018	2.713,998



Dari data tersebut kita peroleh persamaan dari teori regresi linear, yaitu:

$$y = 299,47x + 786,87 \quad \dots\dots (1.1)$$

dengan:

x = Tahun ke-x

y = Kebutuhan produk pada tahun ke-x (ton/tahun)

R = Gradien

Kebutuhan Fenol pada tahun 2023 dapat diprediksi dengan persamaan (1.1)

dengan nilai x = 2023 sehingga :

$$\begin{aligned} y &= 299,47x + 786,87 \\ &= (299,47 \times 12) + 786,87 \\ &= 4.380,51 \text{ ton / tahun} \end{aligned}$$

- **Konsumsi dalam negeri**

Fenol banyak dimanfaatkan untuk pembuatan Bisphenol-A 30%, resin Fenolic 43%, Kaprolaktam 15%, anilin 7% dan alkil fenol

5% dari fenol. Namun di Indonesia hanya ada pabrik pembuatan Bisphenol-A, Resin Fenolic dan Anilin. Maka data konsumsi fenol terdapat pada Tabel 1.4, Tabel 1.5 dan Tabel 1.6.

Tabel 1. 4 Konsumsi Fenol untuk Produk Resin Fenol di Indonesia

No	Nama Pabrik	Lokasi	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)
1	PT. Indopherin Jaya	Probolinggo, Jawa Timur	10.428
2	PT. Dynea Mugi Indonesia	Medan, Sumatra Utara	10.000
3	PT. Intan Wijaya Internasional	Banjarmasin, Kalimantan Selatan	71.600
4	PT. Susel Prima Permai	Palembang, Sumatra Selatan	14.000
5	PT. Superin Utama Adhesive	Medan, Sumatra Utara	12.000
6	PT. Binajaya Rodakarya	Jakarta Barat	12.000
7	PT. Perawang Perkasa Industri	Pekanbaru, Riau	21.000
8	PT. Lakosta Indah	Kalimantan Timur	40.000

9	PT. Korindo Abadi	Tanjung Pinang, Riau	40.000
10	PT. Meranti Mustika	Sampit, Kalimantan Tengah	22.200
11	PT. Continental Solvido	Cilegon, Banten	14.500
12	PT. Duta Pertiwi Nusantara	Pontianak, Kalimantan Barat	18.000
13	PT. Arjuna Utama Kimia	Surabaya, Jawa Timur	43.000
14	PT. Sabak Indah	Jambi	60.000
Total Produksi			388.728
Total Fenol yang dibutuhkan			167.153

Tabel 1. 5 Konsumsi Fenol untuk Produk Anilin Fenol di Indonesia

No	Nama Pabrik	Lokasi	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)
1	PT. Inti Everspring Indonesia	Serang, Banten	1.700
2	PT. Clariant Indonesia	Tangerang, Banten	21.927

3	PT. Dystar Colour Indonesia	Cilegon, Banten	3.000
4	PT. Multikimia Intipelangi	Bekasi, Jawa Barat	500
Total Produksi			27.127
Total Fenol yang dibutuhkan			1.899

Tabel 1. 6 Konsumsi Fenol untuk Produk Bisphenol-A Fenol di Indonesia

No	Nama Pabrik	Lokasi	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)
1	PT. Indo Nan Pao Resin Chemical	Tangerang, Banten	12.000
2	PT. Phodia	Jakarta Selatan	20.000
Total Produksi			32.000
Total Fenol yang dibutuhkan			9.600

Sumber : <http://daftarperusahaanindonesia.com/>

Jadi, jumlah kebutuhan fenol di Indonesia berjumlah 167.153 ton/tahun + 1.899 ton/tahun + 9.600 ton/tahun = 187.437,09 ton/tahun.

Berdasarkan data ekspor dan konsumsi Fenol di Indonesia pada tahun 2023 yang telah diketahui, maka dapat ditentukan nilai *demand* (permintaan) dari Fenol di Indonesia, yaitu:

$$Demand = Ekspor + Konsumsi$$

$$= 4.380,51 + 187.437,09$$

$$= 191.817,6 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan proyeksi impor, ekspor, konsumsi dan produksi pada tahun 2023, maka peluang pasar untuk Fenol dapat ditentukan kapasitas perancangan pabrik sebagai berikut :

$$\text{Peluang} = \text{Demand} - \text{Supply}$$

$$= (191.817,6 - 158.385,6) \text{ ton/tahun}$$

$$= 33.432 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan latar belakang yang ada, maka dipilih kapasitas produksi sebesar 35.000 ton/tahun. Kapasitas ini ditetapkan dengan pertimbangan antara lain:

1. Dapat membantu memenuhi kebutuhan fenol dalam negeri.
2. Dengan melihat peluang pendirian kapasitas pabrik Fenol di Indonesia berdasarkan data *supply demand* bahwa kapasitas 35.000 ton/tahun dapat memberi keuntungan.

Produk berlebih sebanyak 4,48% akan diekspor ke negara-negara disekitar Indonesia seperti Malaysia, Singapura, Myanmar, Filipina dan Australia karna kebutuhan import masing-masing negara masih tergolong cukup besar. Dapat dilihat data pada tabel dibawah :

Tabel 1. 7 Data Import Beberapa Negara di Asean tahun 2014-2017

Tahun	Negara	Import setiap Negara (Ton)	Jumlah import setiap tahun (Ton)
2014	Australia	8.370,185	12.171,066

Tahun	Negara	Import setiap Negara (Ton)	Jumlah import setiap tahun (Ton)
	Myanmar	38,757	
	Filipina	984,616	
	Singapura	2.777,508	
2015	Australia	9.106,851	14.462,361
	Myanmar	39,258	
	Filipina	2.284,616	
	Singapura	3.031,636	
2016	Australia	10.163,374	22.171,309
	Myanmar	48	
	Filipina	5.946,461	
	Singapura	6.013,474	
2017	Australia	9.293,385	22.914,152
	Myanmar	99,883	
	Filipina	7.236,148	
	Singapura	6.284,736	

Sumber : UNData

Ketersediaan bahan baku juga merupakan hal penting yang harus dipertimbangkan dalam perancangan. Bahan baku NaOH dan HCl yang digunakan dapat diperoleh dari PT. Asahimas Chemical, Cilegon, Banten, Katalis diperoleh dari PT. Kimpo Indotama, Tangerang Banten. Sedangkan

C_6H_5Cl diperoleh secara impor dari Shenyu Energy Development Co. Ltd, China. Katalis

1.2 Tinjauan Pustaka

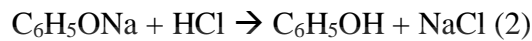
Fenol yang biasa disebut asam karbolat atau benzenol merupakan senyawa organik yang memiliki ciri khas memiliki cincin aromatic dengan salah satu atau lebih gugus hidroksil. Fenol memiliki rumus molekul C_6H_5OH , Fenol berwujud kristal yang tak berwarna pada suhu dan tekanan atmosfer, serta memiliki bau yang khas. Bau yang khas inilah yang menandakan fenol merupakan senyawa aromatis.

Sampai Abad ke-19, fenol diproduksi dari bahan batubara-tar alami. Rute sintesis dikembangkan pada akhir abad kesembilan belas untuk memenuhi permintaan fenol yang meningkat seiring dengan bertambahnya industri di dunia, khususnya industri resin sintetik, tekstil, bahan perekat, kosmetik, obat-obatan dan lain-lain. Tetapi dari semua itu penggunaan fenol yang paling utama adalah dalam industri yaitu untuk *fenolic resin adhesives*. Secara garis besar, proses pembuatan fenol adalah sebagai berikut :

1.2.1 Pembuatan Fenol dari Klorobenzene dan NaOH

Proses ini pertama kali dikomersialkan sekitar tahun 1920 dan masih digunakan pada beberapa pabrik, terutama di India. Pada proses ini, klorobenzene dihidrolisis menjadi natrium fenat dengan larutan natrium hidroksida 10-15% pada 275-500 °C dan tekanan 1 atm dengan menggunakan *fixed bed reactor* dengan katalis zeolit. Natrium fenat kemudian dinetralkan dengan HCl. Setelah netralisasi, produk fenol

dipisahkan dari fasa berair dengan menggunakan prinsip pengendapan gaya berat (Tyman, 1996). Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Pada proses ini untuk memproduksi 1 ton fenol dibutuhkan klorobenzen sebanyak 2500 lb dan membutuhkan soda api sebanyak 2740 lb (Tyman, 1996). Katalis pada proses ini berumur 12-15 bulan sehingga biaya proses menjadi lebih hemat, tetapi hasil fenol yang dihasilkan tidak terlalu banyak. Selain itu, penggunaan suhu yang tinggi membuat proses ini menjadi kurang aman untuk dijalankan.

1.2.2 Pembuatan Fenol dari Cumene

Proses ini merupakan proses yang paling banyak digunakan saat ini. Bahan baku cumene dioksidasi dengan oksigen dari udara menjadi cumene hidroperoksida. Cumene hidrogen peroksida ini akan terdekomposisi dengan cepat menggunakan katalis asam sulfat menjadi fenol dan aseton.

Reaksi pembentukan fenol dari cumene adalah sebagai berikut:

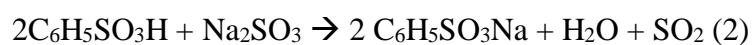


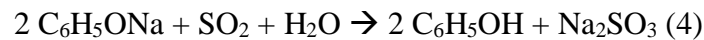
Proses ini berlangsung pada tekanan dan suhu yang rendah sehingga prosesnya lebih aman dan cepat. Proses yang cepat inilah yang menjadi keunggulan proses ini karena akan didapatkan fenol yang jumlahnya lebih banyak. Katalis yang digunakan dalam proses ini merupakan katalis cair

yang sulit untuk dipisahkan dari produk. Inilah yang menjadi kelemahan proses ini karena akan dibutuhkan unit pengolahan tambahan untuk mengolah air bekas cucian dan biaya pemisahan yang lebih tinggi.

1.2.3 Pembuatan fenol dengan sulfonasi benzen (Chauvel, 1989).

Metode ini merupakan metode tertua yang digunakan oleh satu perusahaan di Amerika Serikat sampai tahun 1978. Proses ini memiliki 4 tahapan berupa sulfonasi benzen dengan asam sulfat, netralisasi asam benzen sulfonat, reaksi garam Na dalam cairan NaOH, dan pembentukan fenol. Pada proses ini, benzena menjadi asam benzenasulfonat dengan direaksikan menggunakan asam sulfat 100% berlebih pada suhu 65-100°C. Asam benzenasulfonat yang terbentuk, diubah menjadi garam natrium dengan netralisasi dengan natrium sulfat. Fusi garam natrium anhidrat yang terisolasi dengan pengantarnya di bawah permukaan natrium hidroksida leburan pada 300 sampai 320 °C membentuk natrium fenat yang dalam larutan berair pekat dengan sulfur dioksida dan beberapa fenol bebas asam sulfat. Produk yang terbentuk dimurnikan dengan proses distilasi sementara produk natrium sulfat yang terbentuk, digunakan dalam pembuatan selulosa. Tahap fusi dan ekstraksi pada proses ini memerlukan biaya tenaga kerja dan energi yang tinggi (Tyman, 1996). Reaksi yang terjadi yaitu :





Proses ini digunakan untuk produksi pada kapasitas rendah sehingga kurang menguntungkan apabila digunakan dalam skala kapasitas yang besar.

1.2.4 Pembuatan Fenol dari Oksiklorinasi Benzena (Proses *Raschig*)

Proses ini pertama kali dilakukan pada tahun 1932 oleh *Khoene-Poulenc*. Reaksi klorinasi benzena menggunakan asam klorida dan udara dengan katalis besi dan tembaga klorida berlangsung pada suhu 200-260°C menghasilkan klorobenzena. Klorobenzena dihidrolisa pada *furnace* pada suhu 480°C dengan katalis SiO_2 dan membentuk fenol. HCl yang terbentuk pada proses ini kemudian di-*recycle*. *Yield* proses fenol terhadap benzena yang didapat sebesar 90% (Kirk & Othmer, 1996). Reaksi secara keseluruhan yang terjadi adalah sebagai berikut:



Tabel 1. 8 Perbandingan Keempat Proses Pembuatan Fenol

	Klorobenzene dan NaOH	Cumene	Sulfonasi Benzene	Oksiklorinasi Benzene
Suhu	275-500°C	78°C	380°C	480°C
Tekanan	1 atm	1-3 atm	5 atm	8-9 atm

Katalis	Zeolit	Asam sulfat	-	Cobalt octanoate / naphthenate
---------	--------	-------------	---	--------------------------------------

Berdasarkan keempat proses di atas, maka untuk perancangan pabrik dipilih metode pembuatan fenol dari klorobenzen dan NaOH karena bahan baku mudah dan murah. Disamping itu, kondisi operasi yang relatif rendah dan proses ini menggunakan katalis yang berumur 12-15 bulan sehingga biaya proses lebih murah.

