

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Phenol atau hidrosibenzena dengan rumus molekul C_6H_5OH dan dengan massa molekul 94,11 g/mol adalah komponen campuran dengan satu atau lebih gugus hidroksil yang terikat pada cincin aromatik. Phenol merupakan salah satu turunan dari Alkohol berbentuk Liquid. Phenol juga memiliki bau yang sangat manis. Phenol bisa digunakan untuk pembuatan resin Phenol (peralatan rumah tangga dan cat), Bahan baku pembuatan Bisphenil (pembuatan plastik). Phenol juga biasa disebut sebagai Asam karbol, Asam karbol, Asam feniltilat, Fenil hidroksida, Fenil hidroksida, atau Oksibenzena.

Phenol sintetis pertama kali diproduksi dengan sulfonasi Benzena. Saat ini, 99% industri dunia menghasilkan Phenol sintetis. Phenol banyak digunakan sebagai plastik untuk pembuatan peralatan rumah tangga. Produksi Phenol mencapai 99,923 ton matriks per tahun. Sampai saat ini Phenol di Indonesia belum diproduksi. Persyaratan impor Phenol menurut data yang diketahui dari Badan Pusat Statistik Indonesia dari tahun 2018 hingga 2022 meningkat sekitar 2%. Oleh karena itu, untuk memenuhi kebutuhan Phenol dalam negeri, harus diimpor dari negara lain. Indonesia mengimpor Phenol paling banyak dari negara tersebut Hongkong, Jerman, Italy dan Jepang.

Dikarenakan itu produk ini memiliki peran yang besar dalam kehidupan industry, oleh karena itu pendirian pabrik Phenol sangat tepat mengingat belum adanya pabrik Phenol di dalam negeri dan kebutuhan yang terbilang tinggi, sehingga diharapkan dapat mengurangi ketergantungan dalam import di negara lain.

1.2. Sejarah Phenol

Phenol awalnya ditemukan pada tahun 1834 yang di isolasi dari blankin dan kemudian dikenal dengan asam karbolat. Sampai sebelum perang dunia I, tar batubara adalah satu-satunya sumber penghasil Phenol. Setelah perang dunia berakhir, dibutuhkan senyawa Phenol yang tak cukup hanya dari sumber alam sehingga dicarilah suatu alternatif pembuatan Phenol sintetis. Pembuatan Phenol sintetis pertama kali ditemukan pada saat berakhirnya perang dunia I sekitar 1918 yaitu proses sulfonasi benzene menggunakan asam sulfat.

1.3. Kegunaan Produk

Phenol banyak terdapat pada limbah industri di Indonesia, industri yang

menghasilkan limbah Phenol antara lain industri perminyakan, perekat, kayu lapis, farmasi, cat, tekstil, keramik, plastik, air limbah rumah sakit, dll. Selain itu, Phenol juga terdapat pada limbah rumah tangga yang sebagian berasal dari sisa air pembersih lantai.

Phenol juga dapat digunakan, antara lain:

- Bahan baku pembuatan Bisphenil (pembuatan plastik)
- Pembuatan resin Phenol (peralatan rumah tangga dan cat)
- Bahan baku pembuatan Caprolactam (pembuatan ban, tekstil dan jala ikan)
- Bahan baku pembuatan Aniline (pembuatan obat-obatan)
- Bahan baku pembuatan AlkylPhenol (surfaktan dan detergen).

1.4. Bahan Baku dan Produk

Sifat fisika dan kimia bahan baku yang digunakan dan produk yang dihasilkan:

1.4.1. Bahan Baku

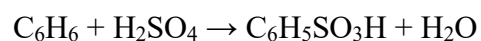
a. Benzene (C₆H₆)

Sifat-sifat Fisika

- Berat Molekul : 78,11 g/kmol
- Bentuk : Cair
- Warna : Tidak berwarna
- Titik didih : 80,1 °C
- Titik lebur : 5,5 °C
- Densitas : 0,874 g/cm³
- Larut pada : Larut dalam alkohol, kloroform dan aset
- Kemurnian : 99,90 %

Sifat-sifat Kimia

- Dengan proses sulfonasi akan membentuk Asam benzene sulfonat



b. Asam sulfat (H₂SO₄)

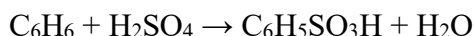
Sifat-sifat Fisika

- Berat Molekul : 98,08 g/kmol
- Bentuk : Cair
- Warna : Tidak berwarna
- Titik didih : 270 °C
- Titik lebur : -20 °C

- Densitas : 1,84 g/cm³
- Larut pada : Larut dalam etil alcohol
- Kemurnian : 98 %

Sifat-sifat Kimia

- Larutan yang bersifat korosi dan beraksi dengan benzene menghasilkan Asam benzene sulfonat



1.4.2. Bahan Tambahan

a. Natrium hidroksida (NaOH)

Sifat-sifat Fisika

- Berat Molekul : 40 g/kmol
- Bentuk : Padat
- Warna : Putih
- Titik didih : 1390 °C
- Titik lebur : 322 °C
- Densitas : 2,13 g/cm³
- Larut pada : Larut dalam air
- Kelarutan pada air : 109 gram/ 100 gram air
- Kemurnian : 98 %

Sifat-sifat Kimia

- Mudah menyerap udara (Higroskopis)
- Mudah larut dengan molekul yang mengandung air

b. Natrium sulfit (Na₂SO₃)

Sifat-sifat Fisika

- Berat Molekul : 126,04 g/kmol
- Bentuk : Padat
- Warna : Putih
- Titik leleh : 500 °C
- Densitas : 2,63 g/cm³
- Larut pada : Larut dalam air
- Kelarutan pada air : 23 gram/ 100 gram air
- Kemurnian : 96 %

Sifat-sifat Kimia

- Mudah larut dalam air, alcohol, dan ether
- Tidak boleh kontak dengan asam karena melepaskan gas beracun

1.4.3. Produk samping

a. Air

- Rumus kimia : H_2O
- Massa molar : 18,015 g/mol
- Bau : tidak berbau
- Bentuk : cairan
- Densitas : 0.99823 g/ml
- pH : 7
- Titik didih : $100^{\circ}C$
- Titik lebur : $0^{\circ}C$
- Warna : tidak berwarna

b. Asam benzen sulfonat ($C_6H_5SO_3H$)

Sifat fisik

- Berat Molekul : 158,17 kg/kmol
- Densitas : $1,32 \text{ g/cm}^3$
- Titik leleh : $43^{\circ}C$
- Titik Didih : $171^{\circ}C$
- Bentuk : Cairan
- Warna : Putih

c. Natrium benzen sulfonat ($C_6H_5SO_3Na$)

Sifat fisik

- Berat Molekul : 180,150 kg/kmol
- Densitas : $1,124 \text{ g/cm}^3$
- Titik leleh : $450^{\circ}C$
- Bentuk : Cairan
- Warna : Putih

d. Sulfur dioksida (SO_2)

- Berat Molekul : 64,06 kg/kmol
- Bentuk : gas

- Titik leleh : -75,5 °C
- Titik didih : -10 °C
- Tekanan uap : 34 psig
- Densitas gas : 2,264 lb/ft³

e. Natrium phenol (C₆H₅ONa)

- Berat Molekul : 116,09 kg/kmol
- Densitas : 2,13 g/cm³
- Titik leleh : 318 °C
- Titik Didih : 1390 °C
- Bentuk : Cairan
- Warna : Putih

1.4.4. Sifat-sifat Produk

Produk utama yang dihasilkan adalah Phenol

a. Sifat fisika

- Rumus Molekul = C₆H₅OH
- Berat molekul, [gr/mole] = 94,11
- Titik leleh, (pada 1 atm), [°C] = 40,9
- Titik didih (pada 1 atm), [°C] = 181,75
- Density (pada 20 °C), [g/cm³] = 1,071
- Tekanan uap (pada 20 °C), [kPa] = 0,02
- Viskositas (pada 25 °C), [mPa.s] = 11,41
- Tegangan permukaan (pada 45 °C), [dyne/cm] = 1,8 × 10⁷
- Temperatur kritis, [°C] = 694,2
- Flash point, [°C] = 82
- Flammability limit udara, [% volume] = 0,77
- Panas peleburan, (41°C), [kJ/kg] = 120,6
- Panas penguapan (pada 182 °C), [kJ/kg.mol] = 511
- Panas pembentukan (20 °C), [kJ/kg] = -160
- Panas pembakaran (20 °C), [kJ/kg] = -32590
- Kelarutan dalam air 20 °C, [gr/100 gr air] = 1,28 × 10⁻¹⁰
- Refraktif Index = 1,5418

b. Sifat kimia

- Sifat kimia Phenol yang ditandai dengan saling pengaruh dari hidroksil kelompok dan cincin aromatik pada satu sama lain
- Kegunaan C_6H_5OH yang sering kita jumpai sebagai bahan baku pembuatan obat-obatan (Aniline).

1.5. Analisa Pasar

Pemasaran produk Phenol untuk memenuhi kebutuhan industri dalam negeri tersebar di seluruh Indonesia. Jika kebutuhan dalam negeri sudah dapat dipenuhi maka pemasaran diarahkan ke wilayah Asia, dibawah ini analisa pasar untuk mengetahui potensi produk terhadap pasar.

Reaksi:

1. $C_6H_6 + H_2SO_4 \rightarrow C_6H_5SO_3H + H_2O$
2. $2C_6H_5SO_3H + Na_2SO_3 \rightarrow 2C_6H_5SO_3Na + SO_2 + H_2O$
3. $C_6H_5SO_3Na + 2NaOH \rightarrow C_6H_5ONa + NaSO_3 + H_2O$
4. $2C_6H_5ONa + SO_2 + H_2O \rightarrow 2C_6H_5OH + Na_2SO_3$

Konversi = 90 %

Tabel 1.1. Daftar Harga Bahan dan Produk

Komponen	Berat Molekul	Harga Bahan(\$/kg)
C_6H_6	78,11	1,05
H_2SO_4	98,08	1,05
Na_2SO_3	126,04	0,80
$NaOH$	40,00	1,45
C_6H_5OH	94,11	18,00

Sumber : [www. Alibaba.com](http://www.Alibaba.com)

Tabel 1.2. Analisis Kebutuhan dan Hasil Reaksi pada Phenol

Komponen	Reaksi				Total
	1	2	3	4	
C_6H_6	-1				-1
H_2SO_4	-1				-1
$C_6H_5SO_3H$	1	-1			0
H_2O	1	0,5	1	-0,5	2
Na_2SO_3		-0,5	1	1	1,5
$C_6H_5SO_3Na$		1	-1		0

SO ₂		0,5		-0,5	0
NaOH			-2		-2
C ₆ H ₅ ONa			1	-1	0
C ₆ H ₅ OH				1	1

Dari hasil perhitungan stokiometri, akan didapat pemakaian bahan dan hasil produksi dari reaksi tersebut seperti yang terlihat pada tabel 1.2.

EP = produk – reaktan

= Harga C₆H₅OH – (Harga C₆H₆ + H₂SO₄ + NaSO₃ + NaOH)

= [(1.693,98) – (82,02 + 102,98 + 151,25 + 0)]

= 1.357,73

1.6. Perkiraan Kapasitas Pabrik

Untuk mendirikan Pabrik Phenol pada tahun 2027 diperlukan data lengkap tentang nilai import Phenol.

Tabel 1.3. Data Impor Phenol di Indonesia

Tahun	Import (kg)	Kenaikan Impor (%)
2017	34.616.117	-
2018	40.991.455	18,4173
2019	39.346.872	-4,0120
2020	30.703.334	-21,9675
2021	38.873.103	26,6087
2022	35.799.565	-7,9066
Rata-rata		2,2280

Sumber: Badan Pusat Statistika Indonesia, 2023

Dari tabel 1.3 terlihat kenaikan impor rata – rata tiap tahun adalah 2,2280%. Dalam mendirikan pabrik diperlukan suatu perencanaan kapasitas produksi agar produk yang dihasilkan sesuai dengan permintaan. Untuk perkiraan kapasitas produksi pabrik baru tahun 2027 dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

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

Dimana :

M = perkiraan impor pada tahun 2027

P = data besarnya impor pada tahun pertama

i = rata – rata kenaikan impor tiap tahun

n = selisih tahun

Dari nilai rata – rata kenaikan impor yang diperoleh yaitu 2,2280% maka dapat diprediksi nilai impor pada tahun 2027 dengan persamaan:

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

$$M = 35.799.565 (1 + 0,02228)^5$$

$$M = 39.969.348,65 \text{ kg/tahun}$$

$$M = 39.969,348 \text{ ton/ tahun}$$

Berdasarkan rata – rata kenaikan impor sebesar 0,02228 pertahun dan diprediksi impor pada tahun 2027 sebesar 39.969,348 ton/tahun, maka kapasitas pabrik baru dapat dilihat sebagai berikut :

$$\text{Kapasitas pabrik baru} = M_{\text{impor}} - M_{\text{ekspor}}$$

Asumsi : ekspor tahun 2027 diperkirakan sebesar 40% dari kebutuhan. Jadi, kapasitas pabrik baru (M) = $M_{\text{impor}} - M_{\text{ekspor}}$

$$M = (0,40M + 39.969,34) - (0 + 0)$$

$$0,40M = 39.969,34$$

$$M = 99.923,35 \text{ ton/tahun}$$

$$M = 100.000 \text{ ton/tahun.}$$

Dari peluang kapasitas produksi maka ditetapkan kapasitas produksi pabrik baru sebesar 100.000 ton/tahun.

1.7. Pemilihan Lokasi Pabrik

Dasar pemilihan untuk penentuan lokasi dari suatu perusahaan adalah sangat penting sehubungan dengan perkembangan ekonomi dan sosial dari masyarakat karena akan mempengaruhi kedudukan perusahaan dalam persaingan dan menentukan kelangsungan hidup perusahaan selanjutnya

Oleh karena itu perlu diadakan seleksi dan evaluasi, sehingga lokasi memenuhi persyaratan bila ditinjau dari segala segi. Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik dibagi menjadi dua golongan, yaitu:

1. Faktor Utama
 - a. Penyediaan bahan baku
 - b. Pemasaran (marketing)
 - c. Utilitas (air, listrik, dan bahan bakar)
 - d. Keadaan geografis dan masyarakat
2. Faktor Khusus
 - a. Transportasi

- b. Tenaga kerja
- c. Buangan pabrik (disposal)
- d. Pembuangan limbah
- e. Site dan karakteristik dari lokasi
- f. Peraturan perundang-undangan

1.7.1. Faktor Utama

1. Penyediaan Bahan Baku

Tersedianya dan harga bahan baku sering menentukan lokasi suatu pabrik, jika ditinjau dari segi ini maka pabrik hendaknya didirikan dekat dengan bahan baku.

Hal – hal yang perlu diperhatikan dari bahan baku adalah :

- a. Letak sumber bahan baku.
- b. Kapasitas sumber bahan baku dan berapa lama sumber dapat diandalkan pengadaannya.
- b. Cara memperoleh dan membawa bahan baku ke pabrik (transportasi).
- c. Kualitas bahan baku yang ada dan apakah kualitas ini sesuai dengan persyaratan yang dibutuhkan.

2. Pemasaran (marketing)

Pemasaran merupakan salah satu faktor penting dalam industri kimia. Karena berhasil atau tidaknya pemasaran akan menentukan keuntungan industri tersebut. Hal-hal yang harus diperhatikan adalah:

- a. Tempat produk yang akan dipasarkan.
- b. Kebutuhan produk saat sekarang dan akan datang.
- b. Pengaruh persaingan yang ada.
- c. Jarak pemasaran dari lokasi, dan sarana pengangkutan untuk daerah
- d. pemasaran

3. Utilitas

Unit utilitas dalam suatu pabrik sangatlah penting karena merupakan sarana bagi kelancaran proses produksi. Unit utilitas terdiri dari air, listrik dan bahan bakar.

a. Air

Air merupakan kebutuhan yang penting dalam industri kimia. Air digunakan untuk kebutuhan proses, media pendingin, air sanitasi dan kebutuhan lainnya.

Untuk memenuhi kebutuhan ini, air dapat diambil dari tiga macam sumber yaitu :

- Air kawasan
- Air sungai
- Air dari PDAM.

Untuk itu perlu diperhatikan mengenai:

- Sampai berapa jauh sumber ini dapat melayani kebutuhan pabrik.
- Kualitas sumber air yang tersedia.
- Pengaruh musim terhadap kemampuan penyediaan.

Untuk memenuhi kebutuhan air sehari-hari diambil dipergunakan air kawasan. Air kawasan diolah terlebih dahulu pada unit utilitas untuk menghasilkan air yang berkualitas sesuai dengan ketentuan.

b. Listrik dan bahan bakar

Listrik dan bahan bakar dalam industri mempunyai peranan yang sangat penting terutama sebagai motor penggerak, penerangan dan untuk memenuhi kebutuhan yang lainnya. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

- Ada atau tidaknya listrik di daerah tersebut.
- Jumlah listrik di daerah tersebut.
- Harga tenaga listrik.
- Persediaan tenaga listrik di masa mendatang.
- Mudah atau tidaknya mendapatkan bahan bakar.

4. Iklim dan Alam Sekitarnya

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

- Keadaan alam

Keadaan alam yang menyulitkan konstruksi akan mempengaruhi spesifikasi peralatan serta konstruksi peralatan.

- Keadaan angin

Kecepatan dan arah angin pada situasi terburuk yang pernah terjadi pada tempat tersebut akan mempengaruhi peralatan.

- Gempa bumi yang pernah terjadi
- Kemungkinan perluasan di masa yang akan datang

1.7.2. Faktor Khusus

1. Transportasi

Masalah transportasi perlu diperhatikan agar kelancaran supply bahan baku dan penyaluran produk dapat terjamin dengan biaya yang serendah mungkin dan dalam waktu yang singkat. Karena itu perlu diperhatikan fasilitas-fasilitas yang ada seperti:

- a. Jalan raya yang dapat dilalui oleh kendaraan roda empat
- b. Jalan / rel kereta api
- c. Adanya pelabuhan
- b. Sungai yang dapat dilayari oleh kapal dan perahu

2. Tenaga Kerja

Hal-hal yang perlu diperhatikan:

- a. Mudah atau tidaknya mendapatkan tenaga kerja yang diinginkan.
- b. Keahlian dan pendidikan tenaga kerja yang ada.
- c. Tingkat penghasilan tenaga kerja di daerah tersebut.

3. Buangan pabrik (disposal)

Apabila buangan pabrik berbahaya bagi kehidupan disekitarnya, maka ada beberapa hal yang harus diperhatikan:

- a. Cara pengeluaran bentuk buangan, terutama yang berhubungan dengan peraturan pemerintah dan peraturan setempat.
- b. Masalah pencemaran yang mungkin timbul

4. Pembuangan Limbah

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

5. Site dan karakteristik dari Lokasi

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam memilih lokasi adalah:

- a. Apakah daerah tersebut merupakan lokasi bebas sawah, rawa, bukit, dan sebagainya.
- b. Harga tanah dan fasilitas lainnya.

6. Peraturan perundang-undangan

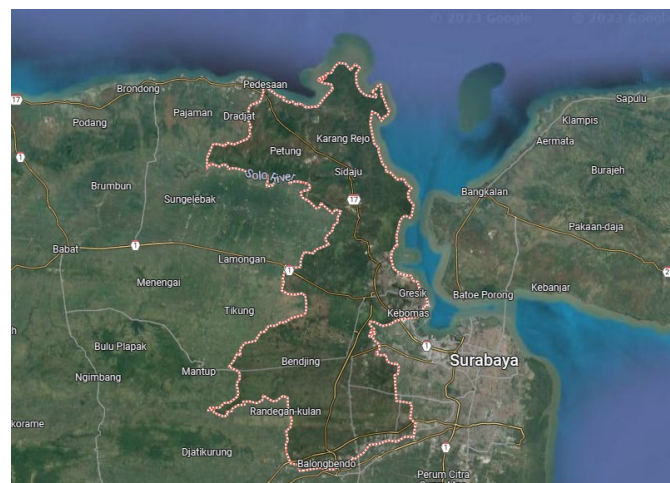
Hal-hal yang perlu ditinjau:

- a. Ketentuan-ketentuan mengenai daerah tersebut.
- b. Ketentuan mengenai jalan umum yang ada.
- c. Ketentuan mengenai jalan umum bagi industri di daerah tersebut.

Berdasarkan pertimbangan di atas dapat di tentukan bahwa lokasi yang dipilih sebagai lokasi pendirian pabrik Phenol ini adalah di PT. Maspion Industrial Estate, Kec. Manyar, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Peta lokasi pabrik Phenol dapat dilihat pada Gambar 1.3.



Gambar 1.1. Peta Jawa Timur



Gambar 1.2. Peta Kabupaten Gresik



Gambar 1.3. Lokasi Pabrik Phenol