

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Resin fenol formaldehida merupakan resin yang berasal dari fenol dan formaldehida. Dalam dunia industri, resin fenol formaldehida dapat digunakan sebagai proses *laminating*, Vernis, bahan perekat kayu, pernis serta panel dinding dekorasi dan cat. Kelebihan dari novolak resin itu sendiri adalah mudah dicetak, dibentuk, mudah diwarnai dan yang paling penting adalah tidak menimbulkan efek racun yang berbahaya bagi tubuh. Sifat-sifat tersebut resin fenol formaldehida dapat diolah kedalam berbagai bentuk seperti lembaran, plat, batang dan lain-lain (Tobianson, 2003).

Di Indonesia terdapat Beberapa pabrik yang memproduksi resin tersebut, namun belum memenuhi kebutuhan sehingga Indonesia harus mengimpor dari luar negeri. Kebutuhan akan resin fenol formaldehida di Indonesia semakin meningkat seiring dengan penggunaannya di industri seperti industri mobil, industri plastik, industri perekat, industri cat dan industri-industri lainnya yang mengakibatkan kebutuhan resin fenol formaldehida semakin meningkat. Biasanya digunakan sebagai bahan baku maupun bahan tambahan (Prasetyanigrum, 2008).

Proses pembuatan resin fenol formaldehida ( $C_7H_8O_2$ ) ada dua macam yaitu proses novolak dan proses resol dimana proses novolak adalah reaksi fase cair yang menggunakan katalis  $H_2SO_4$  pada suhu  $95^\circ C$  dan tekanan 1 atm dengan konversi reaksinya 85%. Proses resol adalah reaksi fase cair yang menggunakan katalis NaOH pada suhu  $230^\circ C$  dengan waktu yang lama serta konversi reaksinya 80% dengan pH yang di capai berkisar 10.

Sebenarnya di Indonesia sendiri sudah ada yang memproduksi resin fenol formaldehida, akan tetapi tidak sebanding dengan kebutuhan. Oleh karena itu, pendirian pabrik resin fenol formaldehida di Indonesia sangat penting guna memenuhi kebutuhan dalam negeri. Pendirian pabrik novolak resin dapat membuka lapangan kerja baru dan menekan angka impor, sehingga mengurangi jumlah pengangguran di Indonesia serta meningkatkan pertumbuhan ekonomi negara.

Selain itu juga untuk memenuhi pasar di luar negeri yang di harapkan dapat meningkatkan devisa negara.

Lokasi pabrik resin fenol formaldehida dengan kapasitas 200.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di Desa Tambakoso, Waru, Sidoarjo, Jawa Timur. Adapun pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik yang dekat dengan penyediaan bahan baku dikarenakan supaya dalam pengiriman bahan baku berjalan dengan lancar dengan waktu yang efisien dan biaya yang minimum.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Kebutuhan resin fenol formaldehida di Indonesia sangat besar dan pemenuhan terhadap kebutuhan novolak resin tersebut dilakukan dengan cara mengimpor. Melihat hal ini, Indonesia memiliki peluang untuk memproduksi novolak resin dalam pemenuhan kebutuhan didalam dan ekspor ke luar negeri dengan merancang pabrik resin fenol formaldehida.

## **1.3 Tujuan Perancangan**

Tujuan dari prarancangan pabrik resin fenol formaldehida dari fenol dan formaldehida adalah untuk menerapkan disiplin ilmu teknik kimia khususnya di bidang perancangan, proses dan operasi teknik kimia sehingga akan memberikan gambaran kelayakan pabrik resin fenol formaldehida.

## **1.4 Manfaat Perancangan**

Adapun manfaat prarancangan pabrik pembuatan resin fenol formaldehida diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan resin fenol formaldehida dari fenol dan formaldehida dengan proses novolak diharapkan memenuhi kebutuhan dalam negeri Indonesia sehingga dapat mengurangi ketergantungan impor terhadap negara lain dan menghemat devisa negara.
2. Dapat menghasilkan devisa negara dari sektor non-migas bila hasil produk resin fenol formaldehida di ekspor.
3. Dapat menciptakan lapangan kerja dan memacu rakyat untuk meningkatkan

produksi dalam negeri yang pada akhirnya akan meningkatkan kesejahteraan rakyat.

### 1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada prarancangan pabrik ini di antaranya adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui perancangan produksi resin fenol formaldehida dengan proses novolak dengan proses simulasi *flow diagram Aspen Hysys, P&ID dan 3D Plant*, perhitungan neraca massa dan neraca energi, spesifikasi pralatan, unit utilitas.
2. Analisa yang dilakukan hanya sampai analisa kelangsungan ekonomi.

### 1.6 Kapasitas Perancangan Pabrik Resin Fenol Formaldehid

Kapasitas pabrik merupakan faktor sangat penting dalam mendirikan sebuah pabrik karena akan mempengaruhi proses produksi dan perhitungan ekonomi. Semakin besar kapasitas pabrik yang akan kita dirikan, semakin besar keuntunngnya. Ada faktor lain yang harus diperhatikan, yaitu perkembangan kebutuhan Resin fenol formaldehida di Indonesia, ketersediaan bahan baku, dan kapasitas pabrik di dunia yang sudah berdiri.

#### 1.6.1 Data Kebutuhan Nasional di Indonesia

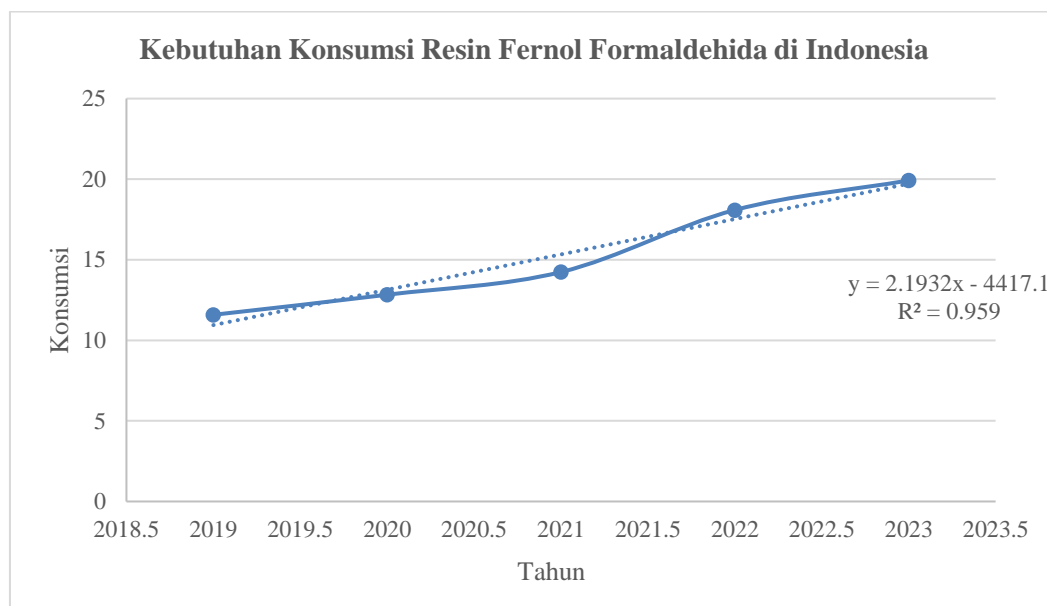
Berikut ini merupakan data kebutuhan Nasional resin fenol formaldehida di Indonesia pada tahun 2020-2023 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS), dapat dilihat pada Tabel 1.1 di bawah ini:

**Tabel 1.1** Data Kebutuhan Nasional di Indonesia

No.	Tahun	Jumlah (Ton/Tahun)
1.	2019	11.583,91
2.	2020	12.829,95
3.	2021	14.237,49
4.	2022	18.087,56
5.	2023	19.920,87
	<b>Total</b>	<b>76.659,78</b>

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2025)

Dapat dilihat pada Tabel 1.1 data kebutuhan Impor Resin Fenol Formaldehida di Indonesia dari tahun 2019 - 2023 terus mengalami peningkatan tiap tahunnya. Kenaikan kebutuhan Resin Fenol Formaldehida di Indonesia diprediksi pada tahun 2029 dengan cara ekstrapolasi kebutuhan Impor Resin Fenol Formaldehida pada tahun 2019 – 2023 dapat dilihat pada Gambar 1.1.



**Gambar 1.1** Grafik Hubungan antara Tahun Terhadap Data Kebutuhan Nasional Fenol Formaldehida

Gambar 1.1 menunjukkan kebutuhan akan resin fenol formaldehida dari tahun 2019-2023 di Indonesia mengalami peningkatan. Untuk memenuhi kebutuhan resin fenol formaldehida di Indonesia, negara harus mengimpor tiap tahunnya seperti yang terlihat diatas. Pabrik ini direncanakan beroperasi pada tahun 2029, Berdasarkan grafik data impor resin fenol formaldehida di Indonesia didapatkan persamaan garis lurus  $y = 2,1932x - 4417,1$  dengan  $x$  sebagai fungsi tahun ke- dan nilai  $R^2 = 0.959$ . Maka dari persamaan tersebut dapat dihitung kebutuhan resin fenol formaldehida dalam negeri pada tahun 2029 mendatang.

$$Y = 2,1932x - 4417,1$$

$$Y = 2,1932 (2029) - 4417,1$$

$$Y = 32.902 \text{ Ton/Tahun.}$$

Jadi data kebutuhan impor resin fenol formaldehida di Indonesia pada tahun 2029 meningkat menjadi sebesar 32.902 ton/tahun, sehingga hasil ekstrapolasi dapat dilihat pada Tabel 1.2

**Tabel 1.2** Data Hasil Ekstrapolasi Data Kebutuhan Nasional Resin Fenol Formaldehida di Indonesia

No.	Tahun	Impor (Ton/Tahun)
1.	2024	21.936
2.	2025	24.130
3.	2026	26.323
4.	2027	28.516
5.	2028	30.709
6.	2029	32.902

Kebutuhan Resin Fenol Formaldehida di dalam negeri untuk tahun 2029 dapat diperkirakan dengan cara ekstrapolasi dengan hasil 32.902 Ton. Maka dilakukan perhitungan peluang kebutuhan Resin Fenol Formaldehida yang akan diekspor ke Indonesia dengan asumsi selisih impor pada tahun 2029 dengan data impor tahun terakhir.

#### 1.6.2 Data Kebutuhan Resin Fenol Formaldehida di Dunia

Resin Fenol Formaldehida merupakan bahan kimia yang banyak digunakan sebagai bahan *laminating*, Vernis, bahan perekat kayu, serta panel dinding dekorasi dan cat. Adapun data kebutuhan Resin Fenol Formaldehida di dunia yaitu China, Jerman, Kanada, Prancis, USA kebutuhan resin fenol formaldehida di beberapa Negara dapat dilihat pada Tabel 1.3

**Tabel 1.3** Kebutuhan Resin Fenol Formaldehida di Beberapa Negara.

No	Negara	Ton/Tahun				
		2019	2020	2021	2022	2023
1.	China	85.237,10	86.046,40	91.684,10	97.984,00	120.239,00
2.	Jerman	78.152,40	88.537,70	91.248,60	91.267,30	93.398,10
3.	Kanada	75.900,50	86.089,00	91.462,40	117.255,00	117.854,00

4.	Francis	61.415,60	67.880,60	69.967,46	70.762,58	75.048,80
5.	USA	96.964,41	109.784,4	114.692,2	117.477,80	117.865,60
	<b>Total</b>	<b>397.670,01</b>	<b>438.338,10</b>	<b>459.054,76</b>	<b>494.746,68</b>	<b>524.405,50</b>

(Sumber: World Integrated Trade Solution, 2025)

Dari Tabel 1.3 dapat dilihat data kebutuhan tahunan di beberapa negara dari tahun 2019 hingga tahun 2023 menunjukkan peningkatan di kelima negara. Total produksi dari negara-negara ini melonjak dari sekitar 397 ribu Ton/Tahun pada 2019 menjadi lebih dari 524 ribu Ton/Tahun pada 2023, menandakan pertumbuhan kebutuhan resin fenol formaldehidaterus meningkat.

**Tabel 1.4** Data Produksi Pabrik Resin Fenol Formaldehida Beserta Kapasitas di Indonesia

No	Produsen	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)
1.	PT. Indopherin Jaya	Probolinggo, Jawa Timur	14.500
2.	PT. Binajaya Rodakarya	Banjarmasin, Kalimantan selatan	12.000
3.	PT. Graha Jaya Pratama	Jakarta Barat, DKI Jakarta	17.000
4.	PT. Lakosta Indah	Samarinda, Kalimantan Timur	15.000
5.	PT. Arjuna Utama Kimia	Surabaya, Jawa Timur	10.000
		<b>Total</b>	<b>68.500</b>

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2025)

Berdasarkan Tabel 1.4 menunjukkan bahwa terdapat lima pabrik yang telah berdiri di Indonesia dengan total kapasitas dari kelima pabrik tersebut sebesar 68.500 ton/tahun.

**Tabel 1.5** Data Produksi Pabrik Resin Fenol Formaldehida Beserta Kapasitas di Dunia

No	Produsen	Negara	Kapasitas
1.	Leuna-Harze Chemical gmbH	Jerman	40.000
2.	Dynea Chemicals	Rusia	50.000

3.	Shading Shenquan Chemical.Co.Ltd	China	45.000
4.	Nanjing Chemical Industry Park	China	30.000
5.	Haiyan Huaqiang Resin.Co.Ltd	China	8.000
6.	Chang Chung Plastics.Co	China	30.000
7.	Georgia Pacific Corporation	Amerika	43.000
8.	Japan's Suitomo Chemical	Jepang	35.000
9.	Thaita Chemical Co. Plant	Jepang	15.000
10.	Mc. Dowell & Co. Ltd.	India	100.000

(Sumber: un.data.org)

Pabrik ini direncanakan mulai beroperasi pada tahun 2029 dengan kapasitas produksi sebesar 200.000 ton/tahun. Kapasitas tersebut diperkirakan cukup untuk memenuhi kebutuhan benzaldehida di Indonesia yang mencapai sekitar 32.902 ton pada tahun yang sama. Sisa produksi, yaitu sekitar 167.098 ton per tahun akan diekspor ke Beberapa negara.

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Produksi Indonesia} &= \frac{\text{Kebutuhan Resin fenol formaldehida di Indonesia}}{\text{Total Produksi}} \times 100\% \\
 &= \frac{40.000}{200.000} \times 100\% \\
 &= 20\%
 \end{aligned}$$

Maka, sisanya merupakan resin fenol formaldehida yang diekspor :

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Ekspor Benzaldehida} &= (100 - 20) \% \\
 &= 80\%
 \end{aligned}$$

Penetapan kapasitas ini didasarkan pada hasil perhitungan kebutuhan resin fenol formaldehida dalam negeri dan luar negeri yang tercantum pada Tabel. Dengan kapasitas 200.000 ton/tahun diharapkan pabrik dapat menjamin ketersediaan produk untuk pasar domestik maupun ekspor

### 1.6.3 Ketersedian Bahan Baku

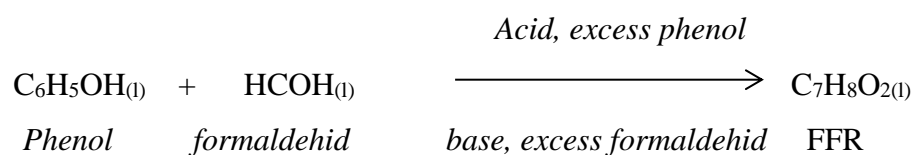
Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan produksi suatu pabrik sehingga penyediaan bahan baku sangat di prioritaskan. Bahan baku utama

pembuatan resin fenol formaldehida yaitu fenol yang diperoleh dari PT. Indhopherin Jaya, dengan konsentrasi sebesar 99% dalam fase cair, formaldehida diperoleh dari PT. Arjuna Kimia Utama dengan konsentrasi 37% dan serta asam sulfat diperoleh dari PT. Aneka Kimia Inti. Mengingat ketersediaan bahan baku yang melimpah dan kebutuhan akan resin fenol formaldehida yang besar, maka dapat dipertimbangkan lebih lanjut untuk mendirikan pabrik tersebut. Pemilihan bahan baku merupakan hal yang penting dalam produksi resin fenol formaldehida, karena kemurnian produk yang dihasilkan dan desain pabrik tergantung dari kualitas bahan bakunya. Bahan baku yang digunakan adalah fenol, formaldehida dan asam sulfat. Beberapa hal yang mendasari pemilihan bahan baku tersebut adalah:

1. Bahan baku yang relatif lebih murah.
2. Bahan baku yang mudah didapat karena telah diproduksi di Indonesia.
3. Bahan baku tersedia cukup banyak sehingga kelangsungan pabrik serta kontinuitasnya dapat terjamin.

### 1.7 Pemilihan Proses

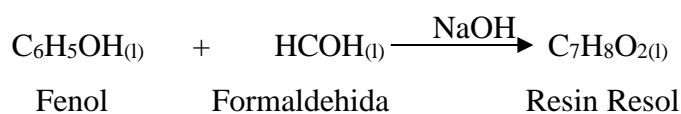
Resin fenol formaldehid biasanya dipreparasi melalui dua metode yang berbeda. Pertama melibatkan katalis asam dengan menggunakan fenol yang berlebih terhadap formaldehid. Produknya disebut novolak resin, dan yang kedua melibatkan katalis basa dengan formaldehid yang berlebih terhadap fenol. Produk yang dibentuk disebut dengan resol (Hesse, 1991). Berikut reaksinya:



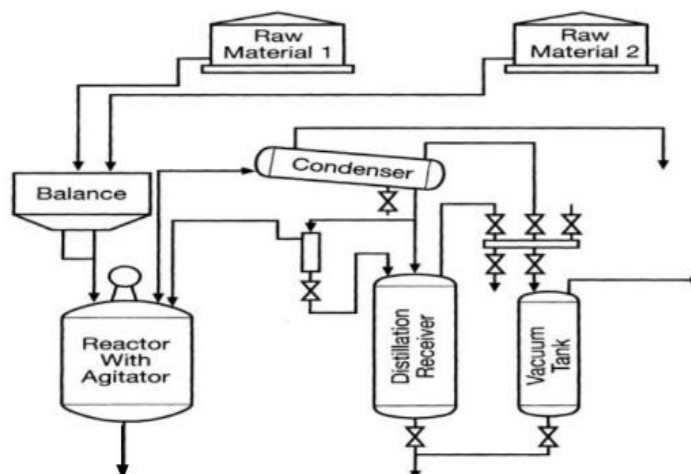
Berdasarkan jumlah perbandingan bahan baku proses pembuatan fenol-formaldehid resin serta katalis yang digunakan maka dapat dibedakan menjadi 2 macam (Pillato, 2010).

### 1.7.1 Proses Resol

Resol dihasilkan dari reaksi antara fenol dengan formaldehid dalam suasana basa dengan jumlah formaldehid yang berlebih. Perbandingan mol untuk menghasilkan resol adalah 1:4 dengan jumlah formaldehidnya yang berlebih. Perbandingan rasio ini mempengaruhi struktur atom dan massa jenis yang dihasilkan. Katalis yang digunakan biasanya NaOH. Reaksi berjalan di suhu 230°C serta konversi reaksinya yaitu 80%. pH yang dicapai berkisar 10.



$$\Delta H^\circ = -51,9000 \text{ kJ/mol}$$



**Gambar 1.2** Proses Resol (Sumber : Pilato, L. 2010)

Resol memiliki sifat larut dalam air dan tidak larut dalam air. Hal ini dipengaruhi oleh jenis katalis basa yang digunakan. Kekurangan dari resin jenis ini adalah tingginya pH dan banyaknya reaktan, sehingga waktu kering dalam penggunaan produknya semakin lama. Warna yang dihasilkan dari produk resol adalah merah kecoklatan. Pada proses industri bahan jadi, proses ikatan silang dilakukan dengan menambahkan para-formaldehida atau hexametilen, suatu zat padat bertitik lebur tinggi (230°C) yang didapatkan melalui reaksi formaldehid dengan ammonia. Pemasaran produk resin fenol formaldehida untuk memenuhi kebutuhan industri dalam negeri di seluruh Indonesia. Jika kebutuhan dalam negeri dapat dipenuhi maka pemasaran diarahkan ke luar Indonesia (Kirk, Othmer, 1996).

Untuk analisa ekonomi awal pra rancangan pabrik resin fenol formeldehida dengan proses resol dapat dilihat pada Tabel 1.6.

**Tabel 1.6** Analisa Ekonomi Awal

No	Bahan Baku dan Produk	Berat Molekul (g/mol)	Kebutuhan	Harga Rp/Kg
1.	Fenol	94,11	1 mol = 0,09411	15.600
2.	Formaldehida	30,03	1 mol = 0,03003	3.760
3.	NaOH	39,9971	1 mol = 0,0399971	3.366
4.	Resin Fenol Formaldehida	124,14	1 mol = 0,12414	29.457

Untuk menghitung kebutuhan bahan baku dan produk maka harus dikonversikan terlebih dahulu.

Bahan Baku:

$$\begin{aligned} \text{a. Fenol (C}_6\text{H}_5\text{OH)} &= 0,9411 \text{ kg} \times \text{Rp } 15.600 \\ &= \text{Rp } 1.468,116 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Formaldehida (CH}_2\text{O)} &= 0,03003 \text{ kg} \times \text{Rp } 3.760 \\ &= \text{Rp } 112,912 \end{aligned}$$

Bahan Pendukung

$$\begin{aligned} \text{a. Natrium Hidroksida (NaOH)} &= 0,0399971 \text{ kg} \times \text{Rp } 3.366 \\ &= \text{Rp } 134,630 \end{aligned}$$

Produk

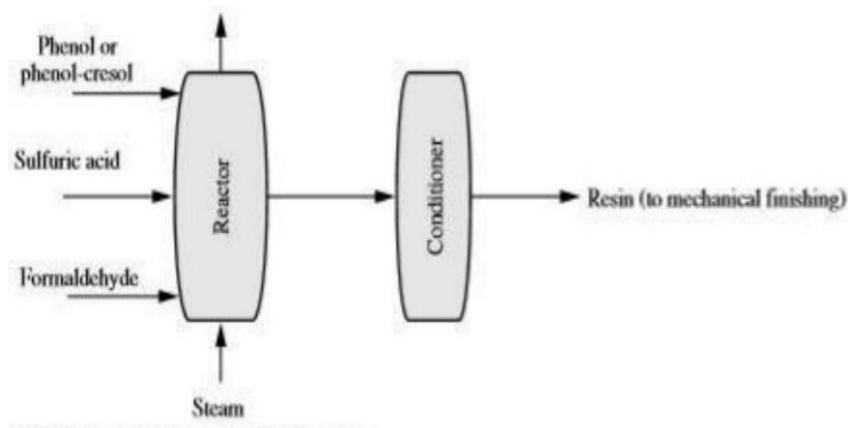
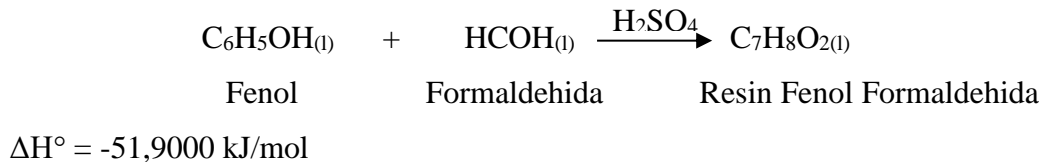
$$\begin{aligned} \text{a. Resin Fenol Formaldehida} &= 0,12414 \text{ kg} \times \text{Rp } 29.457 \\ &= \text{Rp } 3.656,791 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Analisa Ekonomi} &= \text{Produk} - \text{Bahan Baku} \\ &= \text{Rp. } 3.656,791 - (\text{Rp. } 1.468,116 + \text{Rp. } 112,912 + \text{Rp. } 134,630) \\ &= \text{Rp. } 3.656,791 - \text{Rp } 1.715,658 \\ &= \text{Rp. } 1.941,133 / \text{kg} \\ &= \text{Rp. } 1.941.133 / \text{ton} \end{aligned}$$

### 1.7.2 Proses Novolak

Proses pembuatan novolak resin dengan bahan baku fenol dan formaldehid dengan suasana asam disebut novolak resin. Perbandingan mol fenol dan formaldehid yang biasanya dipakai 1:0,85. Katalis yang biasanya digunakan dalam

proses pembuatan adalah  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (Asam Sulfat) dan  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  (Asam Oksalat). Reaksi yang dijalankan dalam fase cair. Berikut merupakan reaksi pembentukan resin fenol formaldehida:



**Gambar 1.3** Proses Novolak (Sumber : Kirk, Othmer, 1996)

Fenol direaksikan bersama formaldehid dalam fase cair dan ditambahkan katalis asam sulfat dengan komposisi 0,01 dari berat fenol. Reaksi yang dijalankan dalam proses pembuatan novolak resin pada suhu  $95^\circ\text{C}$  dan pada tekanan konstan 1 atm dengan konversi reaksi 95%. Reaksi berjalan secara eksotermis yang berarti reaksi menghasilkan panas dan membutuhkan pendingin dalam menjaga suhu reaksi. Kondisi operasi harus di jaga dengan baik untuk menekan terbentuknya novolak dengan berat molekul yang rendah. (Kirk, Othmer, 1996).

Sifat kimia:

- Reaksi antara dimetil eter/dietil sulfat dalam keadaan netral atau alkali lemah akan membentuk Sulfat Eter yaitu Anisol ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{OCH}_3$ ).
- Nitrasi fenol dengan  $\text{HNO}_3$  encer menghasilkan isomer orto para.
- Direaksikan dengan broom menghasilkan derivat tri broom phenol

### 1.8 Alasan Pemilihan Proses

Dari dua jenis proses pembuatan resin fenol formaldehida yang ada, dapat dipilih proses yang akan dipakai berdasarkan bahan baku, jenis produksi maupun kemurnian produk. Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan di atas dipilihlah proses novolak.

Untuk perbandingan dari kedua proses pembuatan resin fenol formaldehida dapat dilihat pada Tabel 1.4

**Tabel 1.7** Perbandingan proses Resol dan Novolak

Proses	Resol	Novolak
Katalis	NaOH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Perbandingan Mol	Fenol 1:4 Formaldehid	Fenol 1:0.85 Formaldehid
Konversi	80%	98%
Suhu Reaksi	230°C	95°C
Tekanan	3 atm	1 atm
Warna Produk	Coklat Kemerahan	Putih Bening

(Sumber: Hesse, 1991 dan Kirk, Othmer, 1996)

Berdasarkan dari uraian yang telah dijelaskan diatas maka dalam prarancangan dipilih proses Novolak dengan pertimbangan sebagai berikut:

- Bahan baku yang digunakan dekat dengan lokasi pabrik yang akan didirikan
- Katalis yang digunakan asam sulfat
- Kondisi suhu yang dioperasikan tidak terlalu tinggi yaitu 95<sup>0</sup>C
- Menggunakan perbandingan mol 1:0.85
- Konversi yang didapatkan yaitu 85%
- Resin novolak merupakan tahap terhadap panas

Pemasaran produk resin fenol formaldehida untuk memenuhi kebutuhan industri dalam negeri di seluruh Indonesia. Jika kebutuhan dalam negeri dapat dipenuhi maka pemasaran diarahkan ke luar Indonesia. Untuk mengetahui analisa pasar perlu untuk mengetahui potensi produk berdasarkan persamaan reaksi.



$$\Delta H^\circ = -51,9000 \text{ kJ/mol}$$

Untuk analisa ekonomi awal pra rancangan pabrik resin fenol formeldehida dengan proses novolak dapat dilihat pada Tabel 1.6.

**Tabel 1.8** Analisa Ekonomi Awal

No	Bahan Baku dan Produk	Berat Molekul (g/mol)	Kebutuhan	Harga Rp/Kg
1.	Fenol	94,11	1 mol = 0,09411	15.600
2.	Formaldehida	30,03	1 mol = 0,03003	3.760
3.	Asam Sulfat	98,08	1 mol = 0,09808	1.304
4.	Resin Fenol Formaldehida	124,14	1 mol = 0,12414	29.457

Untuk menghitung kebutuhan bahan baku dan produk maka harus dikonversikan terlebih dahulu.

Bahan Baku:

- a. Fenol ( $C_6H_5OH$ )  $= 0,9411 \text{ kg} \times \text{Rp } 15.600$   
 $= \text{Rp } 1.468,116$
- b. Formaldehida ( $CH_2O$ )  $= 0,03003 \text{ kg} \times \text{Rp } 3.760$   
 $= \text{Rp } 112,912$

Bahan Pendukung

- a. Asam sulfat ( $H_2SO_4$ )  $= 0,09808 \text{ kg} \times \text{Rp } 1.304$   
 $= \text{Rp } 127,896$

Produk

- a. Resin Fenol Formaldehida  $= 0,12414 \text{ kg} \times \text{Rp } 29.457$   
 $= \text{Rp } 3.656,791$

Analisa Ekonomi = Produk – Bahan Baku

$$\begin{aligned}
 &= \text{Rp. } 3.656,791 - (\text{Rp. } 1.468,116 + \text{Rp. } 112,912 + \text{Rp. } 127,896) \\
 &= \text{Rp } 3.656,791 - \text{Rp } 1.708,924 \\
 &= \text{Rp. } 1.947,867 / \text{kg} \\
 &= \text{Rp. } 1.947.867 / \text{ton}
 \end{aligned}$$

## **1.9 Uraian Proses**

Reaksi pembentukan resin fenol formaldehida dilakukan pada fase cair antara fenol dan formaldehida dengan katalisator asam sulfat. Proses pembuatan resin fenol formaldehida secara garis besar dibagi menjadi tiga tahapan proses, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Tahap Persiapan Bahan Baku.
2. Tahap Reaksi.
3. Tahap Pemurnian Hasil.

### **1.9.1 Persiapan Bahan Baku**

Bahan Baku pertama Fenol disimpan dalam tangka bahan baku dengan suhu 30°C pada tekanan 1 atm untuk menjaga kondisi fenol supaya tetap kondisi cair. Kemurnian fenol dijaga agar tetap 99% selanjutnya dialirkan dengan menggunakan pompa pada kondisi 1 atm menuju ke reaktor. Selanjutnya bahan baku kedua Formaldehid disimpan dalam tangki bahan baku dengan suhu 30°C pada tekanan 1 atm untuk menjaga kondisi formaldehid supaya tetap kondisi cair. Kemurnian fenol dijaga agar tetap 37% dan dialirkan dengan menggunakan pompa pada kondisi 1 atm menuju ke reaktor CSTR

Selanjutnya bahan Asam Sulfat yang merupakan katalis dalam proses pembuatan novolak resin. Penambahan katalis bertujuan untuk mempercepat laju reaksi. Asam sulfat disimpan dalam tangki bahan katalis dengan suhu 30°C pada tekanan 1 atm untuk menjaga kondisi asam sulfat supaya tetap kondisi cair. Selanjutnya dialirkan dengan menggunakan pompa pada kondisi 1 atm menuju ke reaktor CSTR.

### **1.9.2 Tahap Reaksi**

Kemudian bahan baku dan bahan katalis tersebut dimasukkan ke dalam reaktor CSTR dalam keadaan kondisi operasi 95°C dan pada tekanan 1 atm agar tetap terjaga kemurnian bahan baku dan katalis. Adapun rasio perbandingan mol bahan baku yang masuk antara fenol dan formaldehid yaitu 1:0,85 dan proses reaksi yang terjadi di dalam reaktor yaitu secara eksotermis dan kegunaan dari  $H_2SO_4$  di dalam reaktor yaitu untuk mempercepat laju reaksi sebab  $H_2SO_4$  berfungsi sebagai katalis dalam pembuatan produk.

Kemudian setelah dilakukan proses reaksi di dalam reaktor CSTR dilakukan proses pemurnian produk. Pemurnian produk dilanjutkan menuju ke menara distilasi dengan memisahkan sisa bahan baku dan produk yang dihasilkan, hasilkan pemurnian atas berupa fenol dan air sedangkan untuk pemurnian bawah berupa katalis  $H_2SO_4$  dan produk novolak resin. Keluaran atas menara distilasi selanjutnya dialirkan menuju heat exchanger dengan menggunakan pompa untuk dilakukan pemanasan sisa bahan baku dan selanjutnya dialirkan menuju distilasi kedua untuk dilakukan pemisahan sisa bahan baku yang masih terkandung fenol berdasarkan fase cair dan gas yang nantinya akan dilanjutkan ke unit WTP (*Water Treatment Plant*) dan *recycle* untuk di *treatment* kembali.

### **1.9.3 Pemurnian dan Penyimpanan Produk**

Selanjutnya untuk penurnian bawah menara distilasi dilakukan kembali pemurnian dengan mengalirkannya kembali ke menara distilasi sehingga terpisahlah antara bahan baku dan produk novolak resin. Adapun bagian atas menara distilasi berupa produk dengan kemurnian 98% sedangkan bagian bawah berupa sisa katalis yang selanjutnya di *recycle* kembali menuju ke reaktor. Selanjutnya pada bagian atas menara distilasi tersebut dialirkan menuju *heat exchanger* untuk didinginkan agar bahan baku berada pada kondisi optimal yang akan disimpan di dalam tangki produk.

### **1.10 Pemilihan Lokasi**

Pemilihan lokasi pabrik merupakan hal yang penting dalam tahap perancangan pabrik. Hal ini dikarenakan mempengaruhi kelangsungan operasi pabrik, baik produksi produk maupun distribusi produk. Pertimbangan dalam memilih lokasi pabrik diharapkan dapat memberikan keuntungan yang optimum. Lokasi yang dipilih harus memberikan biaya produksi dan distribusi yang minimum, dengan tetap memperhatikan ketersediaan tempat untuk pengembangan pabrik dan kondisi yang aman untuk operasi pabrik (Peter and Timmerhaus, 2003).



**Gambar 1.4** A. Lokasi Pabrik Fenol; B. Lokasi Pabrik Formaldehid; C. Lokasi Pabrik Asam Sulfat; P. Lokasi Pelabuhan; L. Lokasi Pabrik

Faktor-faktor yang menjadi dasar pertimbangan dalam menentukan lokasi pabrik adalah sebagai berikut:

1. Penyedia Bahan Baku

Lokasi pabrik didirikan sebaiknya berada didekat dengan pabrik penyuplai bahan baku. Hal ini dikarenakan supaya dalam pengiriman bahan baku berjalan lancar dengan waktu yang efisien serta biaya yang minimum. Bahan baku dikirim melalui darat, dengan via jalan tol Juanda. Bahan baku utama yaitu fenol yang didapat dari PT. Indopherin Jaya, Probolinggo Jawa Jawa Timur. Formaldehid dari PT Arjuna Kimia Utama, Surabaya, Jawa Timur. Asam sulfat dari PT Aneka Kimia Inti, Surabaya, Jawa Timur. Pemasaran Produk.

Produk novolak resin banyak dibutuhkan oleh industri kayu. Lokasi pabrik di Sidoarjo, Jawa Timur cukup strategis karena banyak di sekitar daerah Sidoarjo terdapat banyak sekali industri-industri kayu dan dekat dengan pelabuhan dan kawasan industri. Sehingga mempermudah pemasaran dalam negeri, dan juga luar negeri. Dalam pemasarannya, pengemasan produk dikemas dalam drum.

## 2. Utilitas

Utilitas sebagai unit pendukung mempunyai peranan penting dalam kelangsungan pabrik. Unit utilitas meliputi kebutuhan air dan listrik. Air merupakan kebutuhan yang penting dalam industri kimia. Air banyak digunakan sebagai media pendingin, sanitasi, *steam*, serta kebutuhan lainnya. Kebutuhan air dapat dipenuhi dengan baik dan ekonomis karena kawasan pabrik dekat dengan sumber aliran sungai, yaitu Sungai Kali Gununganyar.

Listrik sebagai penunjang operasional kegiatan pabrik disuplai dari Perusahaan Listrik Negara (PLN), namun untuk menjamin operasional pabrik maka pabrik memiliki generator pembangkit listrik dengan bahan bakar solar. Bahan bakar solar diperoleh dari PT. Pertamina.

## 3. Tenaga Kerja

Kebutuhan tenaga kerja sangat mudah dipenuhi. Hal ini mengingat bahwa jumlah penduduk yang banyak di Indonesia. Kawasan industri merupakan tujuan sebagai tujuan para pencari kerja. Sebagian tenaga kerja diambil dari yang berpendidikan kejuruan atau menengah serta sebagian dari sarjana dan kalangan profesional. Kemampuan dan kecakapan dalam bekerja menjadi prioritas dalam perekrutan sehingga akan mendapatkan tenaga kerja yang berkualitas dan berkomitmen dengan baik.

## 4. Transportasi

Sarana transportasi berhubungan dengan distribusi produk serta penyediaan bahan baku. Pemilihan transportasi didasarkan pada biaya operasi yang seekonomis mungkin. Lokasi pabrik berdekatan dengan jalan tol Juanda, sehingga distribusi produk dan penyediaan bahan baku menjadi efisien dan cepat. Untuk pemasaran produk di daerah Jawa, bisa melalui jalan tol Juanda, sedangkan untuk wilayah luar Jawa atau luar negeri bisa melalui pelabuhan terdekat dengan lokasi pabrik, yaitu

pelabuhan Teluk Lamong. Berdasarkan pertimbangan diatas, lokasi pendirian pabrik yang tepat adalah di Desa Tambakoso, Waru, Sidoarjo, Jawa Timur.

5. Kondisi Iklim

Kondisi iklim di wilayah Sidoarjo dapat dikatakan cukup baik untuk dijadikan sebagai tempat pembangunan pabrik. Seperti daerah lainnya di Indonesia, Sidoarjo memiliki iklim tropis. Bencana alam seperti gempa bumi dan tanah longsor jarang terjadi sehingga dapat memungkinkan pelaksanaan operasional pabrik dapat berjalan dengan baik.

6. Keadaan Masyarakat

Masyarakat diperkirakan akan mendukung pendirian pabrik. Hal ini karena pendirian pabrik akan membawa dampak positif bagi mereka terutama dalam bidang ekonomi. Lapangan kerja tersedia bagi masyarakat sekitar. Potensi ekonomi yang lain adalah masyarakat bias membuka sewa rumah kos bagi karyawan serta membuka usaha kuliner di sekitar pabrik. Disamping itu, pendirian pabrik tidak akan mengganggu keamanan dan keselamatan masyarakat sekitar lokasi pabrik.