BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi dari masa ke masa harus diimbangi dengan pertumbuhan industri yang maju pula. Hal ini dimaksudkan agar suatu negara tidak menjadi negara terbelakang. Tidak terkecuali oleh negara Indonesia. Pemerintah harus berupaya untuk mensejahterakan kehidupan rakyatnya serta menyediakan kebutuhan – kebutuhan rakyatnya. Maka dari itu industri di Indonesia harus didorong perkembangannya. Salah satunya adalah industri kimia, dengan tersebut rakyat akan dapatkan kemudahan untuk memenuhi kebutuhannya dengan kebutuhan yang berasal dari industri kimia. Selain itu negara juga akan mendapatkan sumber pendapatan negara dengan banyaknya industri kimia yang ada di Indonesia. Salah satu industri yang harus didorong adalah industri fenolik resin.

Fenolik resin adalah resin yang terbentuk dari reaksi fenol serta formaldehida. Fenolik resin tergolong dalam kelompok *thermosetting resins* yang berarti resin yang tahan terhadap panas tinggi. Sampai saat ini ada dua jenis fenolik resin, yaitu resol resin dan novolak resin. Novolak resin adalah reaksi antara fenol dan formaldehidaa dalam keadaan asam dengan jumlah fenol berlebih. Sedangkan yang dimaksud dengan resol resin adalah reaksi antara fenol dengan formaldehida dengan katalis basa serta formaldehida dibuat berlebih (Billmeyer, 1984).

Novalak mempunyai kelebihan yaitu mudah dicetak, dibentuk , diwarnai dan yang paling penting adalah tidak menimbulkan efek racun. Dalam dunia industri novolak merupakan resin yang dapat digunakan sebagai lak,

bahan laminating bahan perekat kayu, pernis serta panel dinding dekorasi (Pilato, 2010).

Kebutuhan novolak resin di Indonesia dari proyeksinya tiap tahun mengalami kenaikan. Hal ini karena seiring bertambahnya tahun, semakin banyak industri yang membutuhkan novolak resin sebagai bahan baku ataupun bahan tambahan. Sehingga pendirian pabrik novolak resin sangat dipandang perlu untuk memenuhi permintaan industri dalam negeri serta luar negeri serta dapat mengurangi ketergantungan impor novolak resin dari negara lain, seperti Jepang, Cina, Jerman dan Belanda.

Berikut adalah beberapa alasan yang mendasari pendirian pabrik novolak resin :

1. Pendirian Pabrik novolak resin dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri.
2. Meningkatkan pendapatan negara dengan cara mengekspor novolak resin ke luar negeri.
3. Menghemat pengeluaran negara karena tidak lagi mengimpor novolak resin dari negara lain.
4. Dengan berdirinya pabrik novolak resin dapat memancing pertumbuhan industri yang menggunakan novolak resin sebagai bahan baku.
5. Menyerab tenaga kerja sehingga mengurangi pengangguran.

1.2 Kapasitas Pabrik

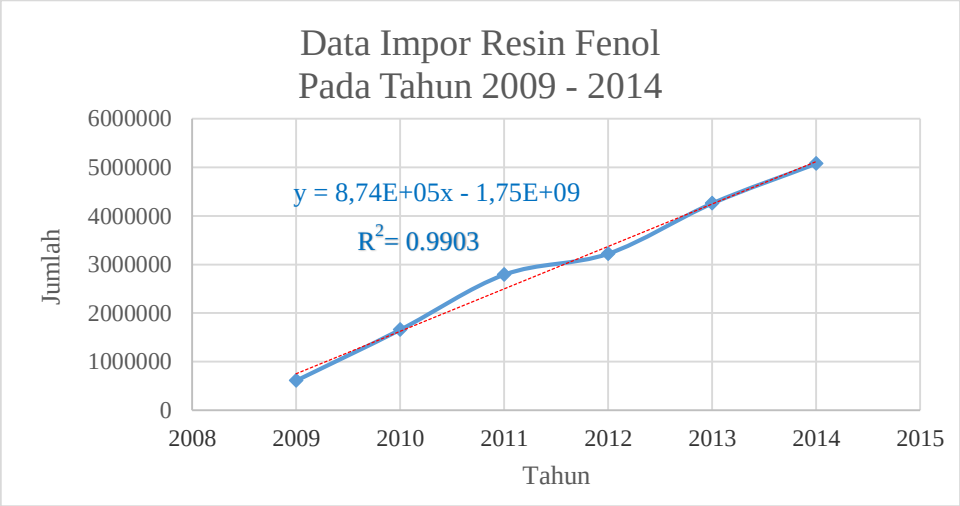
Kebutuhan novolak di Indonesia dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Hal ini terjadi perkembangan industri di Indonesia mengalami peningkatan yang signifikan, terutama dibidang yang menjadikan novolak sebagai bahan baku, seperti Industri elektronik, plastik, otomotif dan bangunan. Berikut adalah data impor novolak dari tahun 2009 sampai dengan 2014 yang diambil dari Badan Pusat Statistik Indonesia.

Tabel 1.1. Data Impor Resin Indonesia

No.	Tahun	Impor Novolak (kg)
1.	2009	611.068
2.	2010	1.658.532
3.	2011	2.791.785
4.	2012	3.224.270
5.	2013	4.260.407
6.	2014	5.078.476

(Badan Pusat Statistik, 2015)

Dari data impor novolak resin dapat dibuat regresi linier antara tahun dengan jumlah impor oleh negara Indonesia.



Gambar 1.1 Grafik Hubungan Jumlah Impor Novolak Indonesia dengan Tahun Impornya

Persamaan garis regresi linier pada Gambar 1.1 adalah sebagai berikut:

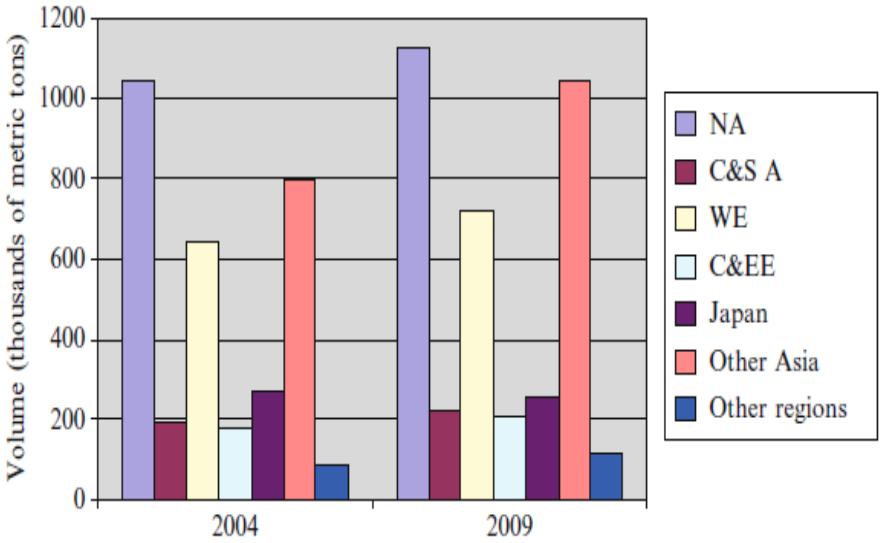
y = 873.576x-1.754.260.126 ..... (1.1)

Apabila direncanakan pabrik mulai beroprasi pada tahun 2020, maka kebutuhan impor novolak adalah sebanyak (ton/tahun) = 873.576(2020) – 1.754.260.126

= 10.363,394 ton

Sehingga untuk mencukupi kebutuhan novolak pada tahun 2020 maka didirikan pabrik novolak dengan kapasitas 25.000 ton/tahun. Kelebihan dari hasil produksi akan diekspor ke luar negeri.

Penentuan kapasitas yang dilebihkan ini dikarenakan komsumsi novolak di berbagai negara tergolong cukup tinggi. Berikut merupakan data kebutuhan akan novolak resin bergabai negara:



(Pilato, 2010)

Gambar 1.2. Kebutuhan Novolak di Dunia

Dari Gambar 1.2 diketahui untuk kawasan Asia selain Jepang kebutuhan akan novolak resin mengalami peningkatan dari 2004 menuju 2009. Di kawasan Asia sendiri kebutuhan novolak resin setiap tahun adalah lebih dari

1.000.000 m^3 ton,sehingga masih ada kemungkinan untuk di ekspor ke kawasan Asia yang jaraknya relatif lebih dekat.

Penentuan kapasitas pabrik novolak juga didasarkan dengan beberapa pabrik yang terlebih dahulu terdiri seperti di Cina, Jerman, Jepang, Spanyol, dan Amerika serikat. Kapasitas pabrik novolak yang pernah berdiri berkisar antara 8.000 – 50.000 ton/tahun. Kapasitas pabrik novolak yang pernah berdiri dapat dilihat pada Tabel sebagai berikut:

Tabel 1.2 Beberapa Produsen Novolak Resin Di Dunia

No.	Produsen	Negara	Kapasitas (Ton/Tahun)
1.	Chang Chun Plastics.Co	Cina	30.000
2.	Georgia Pacific Corporation	Amerika	43.000
3.	Japan's Suitomo Chemical	Jepang	35.000
4.	Leuna-Harze Chemical GmbH	Jerman	40.000
5.	Dynea Chemicals	Rusia	50.000
6.	Shandong Shenquan Chemical.Co.Ltd	Cina	45.000
7.	Nanjing Chemical Industry Park	Cina	30.000
8.	Haiyan Huaqiang Resin.Co.Ltd	Cina	8.000

(www.freedoniagroup.com)

Sedangkan di Indonesia Pabrik Novolak Resin yang berdiri adalah anak Pabrik Suitomo Chemical Japan, yaitu :

Nama Pabrik : Indopherin Jaya
Lokasi : Jl. Brantas Km 1 Probolinggo, Jawa Timur
Kapasitas : 12.000 ton/tahun
Berdiri : tahun 1996

Berdasarkan pertimbangan yang telah dipaparkan, maka dirancang pendirian pabrik novolak pada tahun 2020 yang berkapasitas 25.000 ton/tahun. Diharapkan dengan berdirinya pabrik tersebut dapat mencukupi kebutuhan dalam negeri yang terus meningkat tiap tahunnya, sehingga tidak diperlukan lagi impor novolak dari negara lain serta dapat berperan serta untuk memenuhi kebutuhan novolak dunia dengan cara mengekspor ke luar negeri.

1.3 Lokasi Pendirian Pabrik

Pemilihan lokasi sebagai tempat berdirinya pabrik merupakan salah satu hal yang terpenting. Hal ini bertujuan supaya pabrik yang telah berdiri dapat beroprasi terus menerus baik ditinjau dari segi operasional serta dari segi ekonomi. Lokasi yang dipilih untuk pendirian pabrik novolak resin adalah di Gresik Jawa Timur.

Pemilihan lokasi didasarkan pada pertimbangan sebagai berikut.

a. Bahan Baku

Ketersedian bahan baku sangat penting untuk pemilih lokasi pendirian pabrik novolak resin. Bahan baku berupa Formaldehida diperoleh dari PT.Arjuna Kimia Utama yang berkapasitas 24.540 ton/tahun yang berlokasi di Surabaya. Sedangkan Fenol diperoleh dari pabrik Kumenindo Kridanusa yang berlokasi di Balongan (Indramayu).

b. Pemasaran

Lokasi yang terletak di Pulau Jawa, khususnya Jawa Timur memiliki banyak industri yang banyak. Sehingga Industri yang membutuhkan novolak dapat dengan mudah pendapatkannya.

c. Tenaga Kerja

Daerah Gresik adalah daerah yang memiliki industri yang banyak, hal ini menyebabkan jumlah penduduknya banyak. Disamping itu di Jawa Timur juga terdapat universitas – universitas ternama seperti ITS, Unair,

dan Unibra sehingga memudahkan tenaga terdidik ataupun yang tidak terdidik yang dapat mencukupi.

d. Utilitas

Fasilitas yang diperlukan dalam operasi pabrik meliputi penyediaan air, bahan bakar dan listrik yang mengakibatkan dalam pemilihan lokasi pendirian pabrik harus berdekatan dengan sumber tersebut. Air yang digunakan untuk industri sangatlah banyak, maka dari itu harus dipilih lokasi yang memiliki sumber daya air yang melimpah. Di Jawa Timur memiliki beberapa sumber air yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air industri, seperti Sungai Brantas, Waduk Gunung Rowo, serta Kalimas. Kebutuhan bahan bakar dapat diperoleh dari PT. Pertamina RU Balongan dan PT. Indogas Kriya Dwiguna. Untuk kebutuhan listrik diperoleh dari PT. PLN yang berlokasi di Jawa Timur.

e. Sarana dan Prasarana

Sarana dan Prasana ini menyangkut transportasi yang diperukan untuk mendukung penyediaan bahan baku serta penyaluran hasil produksi pabrik. Di Pulau Jawa transportasinya sangat maju, sehingga hal ini dapat membantu operasional pabrik. Di Jawa Timur memiliki pelabuhan yaitu Tanjung Perak yang dapat digunakan apabila memanfaatkan jalur laut. Sedangkan apabila ingin mengunakan jalur udara. Lokasinya dekat dengan Bandara Juanda. Di jalur darat sendiri telah dibandung tol-tol yang dapat mempercepat penyampaian bahan baku ataupun produk. Selain itu pula tersedia pula jalur kereta api yang bisa dipilih sebagai alternatif transportasi di darat.

f. Rencana Pendirian Pabrik yang Mendukung Industri Lain

Di Jawa Timur banyak sekali industri yang menggunakan bahan baku novolak resin sebagai bahan baku. Beberapa Industri tersebut antara lain dapat dilihat pada Tabel 1.3

Tabel 1.3 Industri Pengguna Novolak Resin

No.	Nama Industri	Lokasi	Komoditi
1.	PT. Aneka Rimba Indonusa	Gresik, Jawa Timur	*Laminating Board*
2.	PT. Wood Jatim Karyajaya	Sidoharjo, Jawa Timur	*Laminating Bord dan Furniture*
3.	PT. Klaseman	Probolinggo, Jawa Timur	*Laminating Kayu*
4.	CV. Mustika Bahana Jaya	Lumajang, Jawa Timur	*Laminating Board*
5.	CV. Palapa	Lumajang, Jawa Timur	*Laminating Board*
6.	PT. Sehat Mandiri	Sidoharjo, Jawa Timur	*Laminating Board*
7.	PT. Surabaya Laminating	Gresik, Jawa Timur	Triplek Melamin

(www.kemenperin.go.id)

g. Karekteristik Lokasi

Karekteristik lokasi erat kaitanya tentang iklim suatu daerah serta terjadinya bencana alam. Di Gresik jarang sekali terjadi banjir dan juga bencana alam. Sehingga lokasi tersebut bisa digunakan untuk lokasi pendirian pabrik.

h. Kebijakan Pemerintah

Kebijakan pemerintah baerkaitan dengan perijinan pembangunan pabrik. Lokasi yang dipilih merupakan daerah khusus industri, sehingga dapat memudahkan perijinan pendirian pabrik.

i. Kemungkinan Perluasan Pabrik

Harga tanah di Gresik lebih mahal, akan tetapi memiliki nilai investasi yang cukup tinggi karena Gresik merupakan kawasan industri yang terus berkembang. Disamping itu masih tersedianya lahan yang cukup luas juga memudahkan apabila nantinya pabrik akan diperluas.

1.4 Tinjauan Pustaka

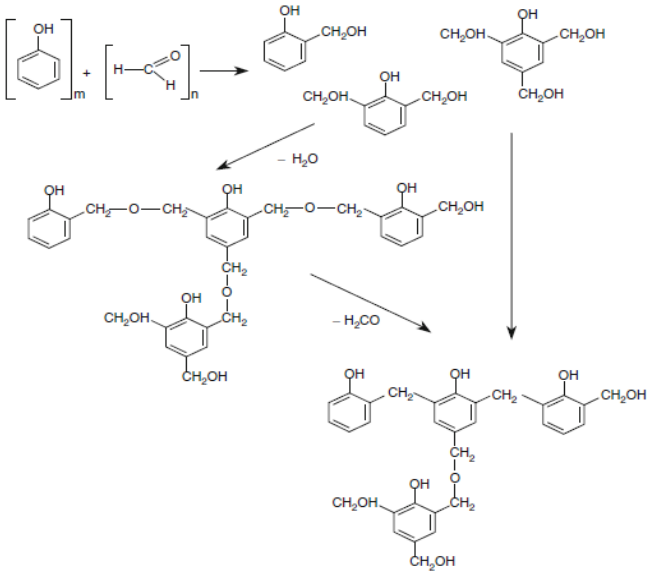
1.4.1 Macam – Macam Fenol Formaldehida Resin

Berdasarkan jumlah perbandingan bahan baku antara formaldehida dan fenol serta katalis yang digunakan proses pembuatan resin fenol formaldehida dapat dibedakan menjadi 2 macam (Pilato, 2010).

1.4.1.1 Resin Fenol Formaldehida dengan Katalis Basa

Jenis resin ini disebut dengan resol. Resol merupakan hasil reaksi antara fenol dengan formaldehida pada suasana basa. Umumnya resol berwujud cair yang larut dalam air ataupun dengan pelarut, namum resol juga dapat berupa padatan.

Perbandingan rasio molar untuk menghasilkan resol dapat bervariasi antara 1:1 sampai dengan 1:4 , dengan formadehida yang berlebih. Perbandingan rasio molar ini akan mengakibatkan pengaruh pada struktur dan masa jenis dari resin yang dihasilkan.



Gambar 1.3 Reaksi pembentukan resol

1.4.1.2 Resin Fenol Formaldehida dengan Katalis Asam

Proses pembuatan fenol formaldehida dengan katalis asam disebut dengan resin novolak. Resin ini biasanya menggunakan katalis asam berupa asam sulfa dan asam oksalat. Perbandingan mol fenol dan formaldehida adalah 1:0,8.

Proses yang terjadi pada saat pembentukan novolak adalah diawali pembentukan fenolik polikondensasi adalah memalui proses elektrofilik senyawa karbonil (umumnya formalin) pada posisi *para* maupun *ortho*. Hal ini disebabkan karena fenol hidroksimetil lebih reaktif tersubstitusi dibandingkan dengan fenol, proses hidroksimetilisasi berjalan terus – menerus. Senyawa hidroksimetil yang terbentuk tidak stabil, dan secara cepat akan berubah menjadi senyawa *linked* gugus metilen. Reaksi ini terjadi pada posisi *ortho* dan *para*. Pada suhu tinggi terjadi pembentukan gugus metilen. Untuk mencegah

proses polyalkilasi, maka penambahan mol formaldehid harus ditambahkan setiap mol fenol.

Berdasarkan penjelasan tentang proses pembentukan resin fenol formaldehida di atas, maka dipilih menggunakan teknologi dengan menggunakan katalis asam berdasarkan pertimbangan sebagai berikut :

1. Resin novolak memiliki sifat tahan terhadap panas.
2. Resin novolak lebih banyak dibutuhkan dari pada resin resol
3. Lebih sedikit menggunakan bahan formaldehid dibandingkan dengan pembuatan resin resol.

1.4.2 Kegunaan Produk

Novolak secara umum digunakan pada berbagai industri. Industri tersebut meliputi industri otomotif, cat, plastik, bahan laminating, bahan perekat pada kayu lapis dan panel dinging dekorasi.

1.4.3 Sifat Fisis dan Kimia

1.4.3.1 Bahan Baku

1. Fenol
   a. Sifat fisis

Rumus molekul	: C_6H_5OH
Berat molekul	: 94,1
Titik leleh	: 40,9˚C
Titik didih	: 181,8 ˚C
Densitas	: 1,092 (0˚C)
	: 1,071 (20˚C)
	: 1,050 (50˚C)
Panas spesifik (Cp)	: 1,256 kJ/kg.K (0˚C)
	: 1,394 kJ/kg.K (20˚C)
	: 2,244 kJ/kg.K (50˚C)

Panas penguapan	: 511 kJ/kg (181,8˚C)
Tekanan uap	: 0,02 kPa (20˚C)
	: 0,25 kPa (48,5˚C)
	: 5,0 kPa (98,7˚C)
	: 50 kPa (158,0˚C)
	: 100 kPa (181,8˚C)
	: 500 kPa (247,7˚C)
	: 1000 kPa (283,0˚C)
Batas ledakan bawah	: 1,3 %vol
Batas ledakan atas	: 9,5 %vol
Flash point ("*closed cup*")	: 82˚C
Suhu igniasi	: 595˚C

(Pilato, 2010)

b. Sifat kimia

Fenol mempunyai gugus hidroksil dan cincin aromatik yang saling melengkapi satu sama lain dalam reaksi elektrofilik dan nukleofilik. Fenol memiliki reaktivitas gugus cincin yang sangat tinggi ke arah substitusi elektrofilik dan membantu katalis reaksi asam dengan formaldehida yang mengarah pada resin fenolik. Fenol merupakan sam lemah dan dapat membentuk natrium fenat (NaPh). Dengan keberadaan NaPH, terjadi penambahan nekleofilik dari cincin aromatik fenolik pada gugus karbonil formaldehida. Oleh sebab itu kemampuan fenol untuk bereaksi dengan formaldehida dalam kondisi asam maupun basa dapat berlangsung baik untuk membentukan novolak (kondisi asam) atau resol resin (kondisi basa), yang secara komersial disebut reaksi resin fenolik, bakelite yang dilakukan Baekelend.

Pada kondisi yang khusus katalis asam memfasilitasi konversi fenol dengan Formaldehida menjadi bisphenol-F atau reaksi aseton untuk bisphenol-A. Fenol dapat dihrogenasi pada kalalis paladium untuk sikloheksanol dengan selektivitas yang tinggi. Sikloheksanol merupakan bahan baku untuk memproduksi monomer *caprolactame* pada nylon 6.

(Pilato, 2010)

2. Formaldehida

a. Sifat Fisis

Rumus molekul	: CH_2O
Berat molekul	: 30,03
Titik leleh	: -19,2˚C
Titik didih	: 118˚C
Konstanta dissosiasi H_2O	: 1,4 x 10^{-14} (0˚C)
	: 3,3 x 10^{-13} (50˚C)
Flash point 40% larutan	: 60˚C
Batas ledakan atas	: 173%
Batas Ledakan Bawah	: 7%

(Pilato, 2010)

b. Sifat Kimia

Formaldehida pada suhu biasa, adalah gas yang tidak berwarna dengan bau yang menyengat. Hal ini sangat reaktif, biasanya ditangani dalam larutan air yang mengandung metanol yang sebagian besar hasil adiksi dengan pelarut, yaitu campuran antara kesetimbangan metilen glikol, glikol polioksimetilen, dan hemiformals dari glikol dengan metanol. Bahkan di larutan yang terkonsentrasi jumlah CH_2OH nonhidrat sangat kecil (0.04%). MWD dari oligomer diketahui dengan cara teknik NMR dan GPC. Kesetimbangan kimia pembentukan

polioksimetilen glikol dalam larutan formaldehida dalam air (dan D_2O) serta pembentukan hemiformal polioksimetilen dalam larutan formalin metanol diperiksa oleh ^1H dan ^{13}C NMR spektrometri. Dalam suasana Asam, hemiacetal berubah menjadi acetal dengan cara eliminasi air. Dengan katalis basa, formaldehida mudah mengalami disproporsionasi sebuah reaksi metanol dan asam formiat, yang dikenal sebagai reaksi Cannizaro.

$$2\ CH_2OH + NaOH \longleftrightarrow CH_3OH + CH_3COONa \qquad \text{……..(1.2)}$$

Larutan formaldehida dengan konsentrasi 37 – 56% berat, biasanya digunakan dalam produksi resin. Pembentukan asam format dan para formaldehida tergantung pada suhu, waktu serta konsentrasi ion logam (besi). Penyimpanan suhu rendah menurunkan tingkat pembentukan asam format tetapi meningkatkan kecenderungan para formaldehida presipitasi. Formaldehida yang dijual secara komersil biasanya distabilkan dengan penambahan metanol lebih dari 15%. Stabiliser lainya terdiri dari berbagai guanamines, polivinilalkohol,atau isophthalobis-guanamine pada konsentrasi 10-1000 ppm. Wadah penyimpanan harus terbuat dari *stanless steel*. Kontainer besi tidak cocok untuk menyimpan formaldehida. Selain itu juga dapat digunakan wadah yang terbuat dari plastik. (Pilato, 2010)

1.4.3.2 Bahan Pembantu

1. Asam Sulfat
   a. Sifat Fisis

Rumus molekul	: H_2SO_4
Berat molekul	: 98,08 kg/mol
Bentuk	: Cairan tidak berwarna
Titik didih (1 atm)	: 340^oC

Titik lebur (1 atm) : 10,49°C

Suhu kritis : 651,85°C

Densitas (25°C) : 1,8361 g/cm^3

Kapasitas panas : 0,3404 kkal/g.°C

(Perry, 2005)

b. Sifat Kimia

1. Dengan basa membentuk garam dan air

$H_2SO_4 + NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$ ……..……(1.3)

2. Dengan garam membentuk garam dan asam lain

$H_2SO_4 + 2NaCl \longrightarrow Na_2SO_4 + 2HCl$……...……(1.4)

(Perry, 1997)

1.4.3.3 Produk

1. Novolak

a. Sifat Fisis

Rumus molekul : $C_7H_8O_2$

Titik didih : 662,18 °F

Titik lebur : 131,9 °F

Densitas : 0,75 kg/L, at 293 K

Tekanan kritis, : 720,8373 psia

Temperatur kritis : 910,13 °F

Panas pembentukan : -1.070.503 Btu/lb mol

Spesific gravity : 1,1587

b. Sifat Kimia

Resin novolak merupakan hasil reaksi antara Formaldehida dengan Fenol dengan katalis asam. Biasanya resin novolak tergolong thermoset, yaitu tahan terhadap panas