



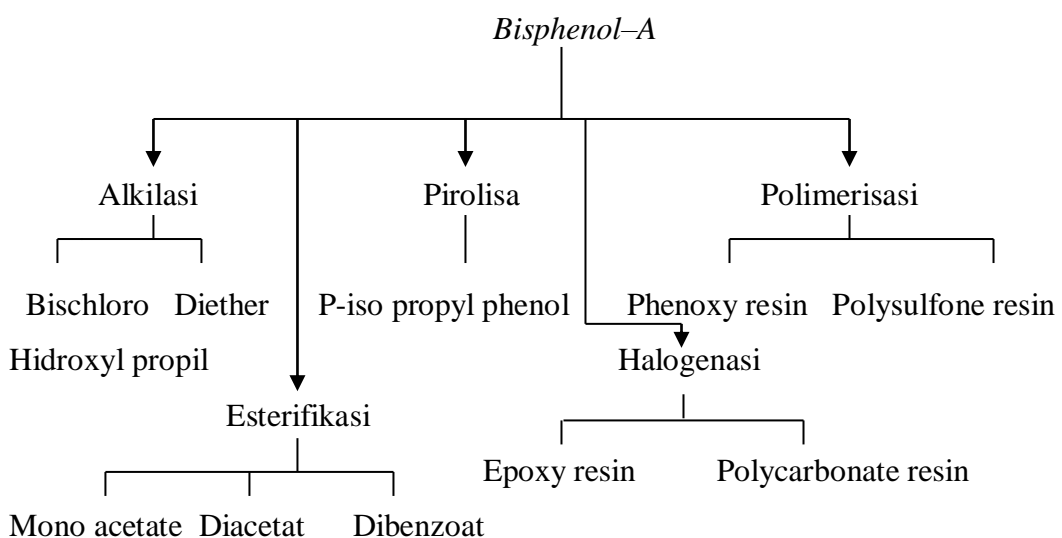
BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Sejalan dengan berkembangnya industri di Indonesia, semakin banyak diversifikasi usaha telah dilakukan. Banyak bahan mentah atau setengah jadi diolah menjadi produk *intermediate* atau produk jadi, sehingga mengurangi ketergantungan pada produk impor. Dalam usaha ini pemerintah memprioritaskan pada pembangunan industri yang dapat merangsang pertumbuhan industri lain, sehingga diharapkan pertumbuhan tersebut akan semakin pesat.

Pertumbuhan industri kimia di Indonesia patut dibanggakan. Tentu saja banyak alasan mengapa pemerintah begitu bersemangat untuk mengembangkan industri tersebut. Bukan hanya karena jumlah bahan baku yang cukup memadai di tanah air maupun wilayah pemasaran yang luas melainkan prospek dan kelanjutan industri kimia di Indonesia cukup cerah.

Salah satu industri kimia yang cukup baik untuk dikembangkan adalah industri Bisphenol-A. Bisphenol-A dengan nama lain *4,4 Isopropylidenediphenol* banyak digunakan dalam industri kimia *intermediate*. Beberapa kegunaannya ditunjukkan dalam pohon industri dibawah ini :



Gambar 1.1. Pohon industri *Bisphenol-A*



Proyeksi kebutuhan *Bisphenol-A* dalam negeri semakin meningkat seiring dengan peningkatan industri-industri yang menggunakannya. Oleh karena itu, pendirian pabrik dirasakan sangat perlu karena pada saat ini pabrik yang memproduksi *Bisphenol-A* di Indonesia belum ada, sehingga pendirian pabrik *Bisphenol-A* ini diharapkan bisa mengantisipasi permintaan dalam negeri dan mengurangi ketergantungan akan *Bisphenol-A* dari negara *importer* seperti Jepang, Amerika, Inggris, Taiwan, Thailand, Singapura, India, Jerman, dan Perancis.

Pertimbangan utama yang melatarbelakangi berdirinya pabrik *Bisphenol-A* ini, pada prinsipnya adalah sama dengan sector-sektor lain yaitu untuk melakukan usaha yang secara sosial-ekonomi cukup menguntungkan jika dinilai dari harga *Bisphenol-A* lebih tinggi dibandingkan dengan jumlah harga *Phenol* dan *Aceton*. Dari data *Chemical Engineering* diperoleh harga *Phenol* US \$ 0,40/kg, *Aceton* US \$ 0,45/kg, harga *Bisphenol-A* US \$ 1,92/kg, sehingga dari data-data yang telah didapatkan dapat disimpulkan bahwa pembangunan pabrik *Bisphenol-A* menguntungkan. Karena sifatnya yang prospektif dimasa yang akan datang, dalam pengertian potensi pasar, mudah diperoleh bahan baku, yakni *Aceton* dan *Phenol*, teknologi yang dibutuhkan dapat terpenuhi dan terdapatnya tenaga pelaksana, maka keuntungan dapat dicapai dengan adanya pendirian pabrik *Bisphenol-A*, namun sifat prospektif ini akan terlaksana dengan kemampuan modal yang memadai (Peters, 2003).

Selain alasan-alasan diatas, pabrik *Bisphenol-A* belum jenuh dan tidak berisiko tinggi seperti mudah terbakar, mudah meledak atau terlalu banyak mencemari lingkungan. Sehingga dengan dibangunnya pabrik *Bisphenol-A* di Indonesia berarti :

1. Terciptanya lapangan kerja, yang berarti turut serta dalam usaha mengurangi pengangguran.
2. Memacu pertumbuhan industri-industri baru yang menggunakan *Bisphenol-A* sebagai bahan baku dan bahan pembantu.
3. Meningkatkan pendapatan negara disektor industri, serta menghemat import *Bisphenol-A*.



1.2 Kapasitas Pabrik

Dalam pemilihan kapasitas pabrik *Bisphenol-A* ada beberapa pertimbangan-pertimbangan, yaitu :

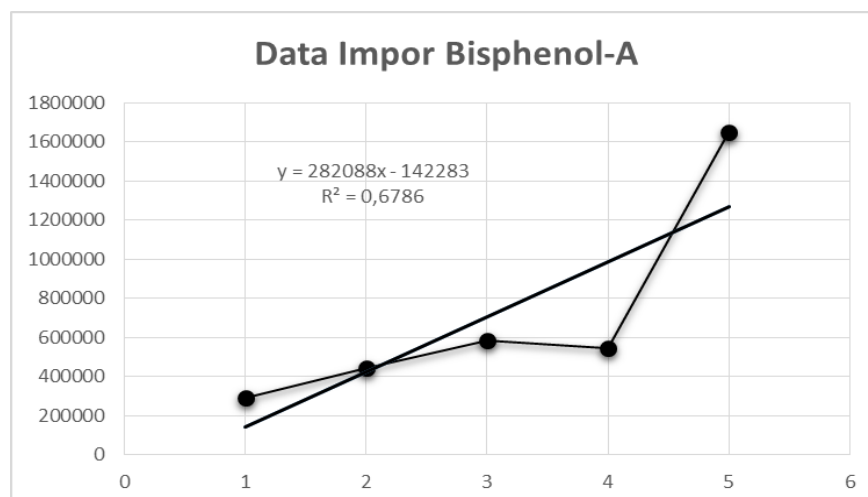
1.2.1 Prediksi kebutuhan dalam negeri

Kapasitas pabrik *Bisphenol-A* ditentukan berdasarkan kebutuhan impor *Bisphenol-A* dalam negeri yang berasal dari negara-negara lain. Kebutuhan *Bisphenol-A* di Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun. Hal ini dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 1.1 Kebutuhan *Bisphenol-A* di Indonesia

No	Tahun	Kebutuhan Impor (Kg)
1	2009	291.222
2	2010	445.630
3	2011	585.451
4	2012	574.074
5	2013	1.650.491

Sumber : Badan Pusat Statistik 2009-2013 , Jakarta.



Gambar 1.2. Grafik data impor *Bisphenol-A*



1.2.2 Ketersediaan bahan baku

Ketersediaan bahan baku pembuatan *Bisphenol-A* adalah *Aceton* dan *Phenol*. Dimana *Phenol* dan *Aceton* sudah diproduksi di Indonesia sehingga kebutuhan bahan baku dapat dipenuhi secara kontinyu. Produsen *Aceton* dan *Phenol* di Indonesia antara lain (Kirk Othmer, 1978) :

- a. PT. Metropolitan *Phenol* Pratama, Serang ,Banten, kapasitas produksi *Phenol* 40.000ton/tahun dan *Aceton* 25.000 ton/tahun
- b. PT. Lambang Tri Usaha, Cibitung, Bekasi, Jawa Barat, kapasitas produksi *Phenol* 50.000 ton/tahun.
- c. PT. Sabak Indah di Jambi memproduksi *Phenol*.
- d. PT. Sintas Kurama Perdana di Cikampek memproduksi *Aceton*.
- e. PT. Batu Penggal Chemical Industri,Samarinda, Kalimantan Timur, kapasitas produk *Phenol* 40.000ton/tahun.
- f. PT. Bintang Cikupa Botania, Dumai, Riau, kapasitas produk *Aceton* 80.000 ton/tahun.
- g. PT. Bumi Banjar Utama Sakti, Barito kuala ,Kalimantan Selatan, kapasitas produksi *phenol* 5250 ton/tahun
- h. PT. Asahimas, Anyer , Jawa Barat, kapasitas produksi HCl (katalis) 42.000 ton/tahun

1.2.3 Kapasitas Minimal

Dari Industrial and Engineering Chemistry (2004) diperoleh data bahwa kapasitas minimal pabrik yang dapat memberikan keuntungan jika mendirikan pabrik *Bisphenol-A* adalah sebesar 20.000 ton/tahun.

Tabel 1.2 Kapasitas Pabrik BPA yang telah didirikan.

Pabrik	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
GE Plastics	Mt. Vernon, Ind., USA	265.000
Dow Chemical	Freeport, Texas, USA	185.000
Shell	Rotterdam, Belanda	125.000
Mitsubishi Chemical Co	Nagoya , Japan	100.000
Nan Ya	Mailiao, Taiwan	50.000
Rhodia	Paulinia, Brazil	20.000



Dengan pertimbangan tersebut diatas maka dalam perancangan dipilih kapasitas 25.000 ton / tahun dengan pertimbangan :

1. Dapat mencukupi kebutuhan *Bisphenol-A* dalam negeri yang mengalami peningkatan sebesar 4,25% per tahun.
2. Akan dibangunnya beberapa industri yang mendukung industri *Bisphenol-A* terutama pada penyediaan bahan baku.
3. Dapat memberikan keuntungan karena kapasitas rencana minimal yang secara ekonomis menguntungkan adalah sebesar 20.000 ton/tahun.

1.3 Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik secara geografis dapat berpengaruh terhadap kelangsungan dan perkembangan pabrik tersebut. Untuk itu, pemilihan lokasi pabrik perlu dipertimbangkan agar memberikan keuntungan yang sebesar-besarnya bagi perusahaan.

Pabrik *Bisphenol-A* ini direncanakan berdiri di kawasan industri Cilegon Kabupaten Banten, Propinsi Jawa Barat. Dipilihnya Cilegon sebagai lokasi pabrik berdasarkan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut :

a. Faktor Utama

1. Penyediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan operasi pabrik. Bahan baku *Aceton* dan *Phenol* diperoleh dari PT. Metropolitan Phenol Pratama yang berlokasi di Serang Jawa Barat dengan kapasitas produksi untuk *Phenol* 40.000 ton/tahun dan *Aceton* sebesar 25.000 ton/tahun.

2. Utilitas

Cilegon merupakan salah satu kawasan industri di Indonesia, sehingga penyediaan utilitas utamanya air pendingin dan umpan boiler, bahan bakar dan listrik dapat mudah terpenuhi dan tidak mengalami kesulitan. Pengadaan air dapat diambil dari sumur bor dan apabila tidak mencukupi di kawasan industri Cilegon terdapat penyediaan air yaitu PT. Krakatau Tirta Indonesia.



3. Transportasi

Sistem transportasi yang dominan adalah darat dan laut. Pengangkutan bahan-bahan baku ke lokasi dan pemasaran sekitar dengan jalan transportasi darat. Pemasaran luar pulau Jawa dan ekspor ke negara-negara maju dengan jalan transportasi laut melalui pelabuhan Merak di Propinsi DKI Jakarta.

4. Tenaga Kerja

Penyediaan tenaga kerja tidak sulit, mengingat lokasi pabrik berada di kawasan industri yang memungkinkan didatangkan dari Pulau Jawa yang selalu memiliki tenaga kerja berlebih setiap waktu.

5. Prasarana

Prasarana dan fasilitas sosial lainnya disekitar lokasi pabrik sudah berkembang dikarenakan berada di kawasan industri Cilegon.

6. Pemasaran Produk

Produk *Bisphenol-A* yang dihasilkan sebagian besar akan dipasarkan didalam negeri yang digunakan sebagai bahan baku cat, polycarbonate resin dan epoxy resin, sedangkan selebihnya akan dipasarkan ke luar negeri seperti Amerika Serikat (USA), Eropa, Singapura, Taiwan dan negara-negara yang memerlukan *Bisphenol-A*.

7. Kemasyarakatan

Keadaan sosial kemasyarakatan sudah terbiasa dengan lingkungan industri, sehingga pendirian pabrik baru dapat diterima dan dapat beradaptasi dengan mudah dan cepat.

b. Faktor Pendukung

1. Perijinan dan kebijaksanaan Pemerintah

Pendirian pabrik merupakan salah satu usaha untuk mewujudkan kebijakan pemerintah mengenai pengembangan industri dan pemerataan kesempatan kerja.



2. Perluasan Pabrik

Pendirian pabrik haruslah memperhitungkan rencana perluasan pabrik tersebut dalam jangka waktu 10 sampai 20 tahun kedepan (jangka panjang). Karena apabila suatu saat nanti akan memperluas area dari pabrik tidak mengalami kesulitan dalam mencari lahan perluasan.

3. Kondisi Iklim

Kondisi alam (iklim) dari suatu area yang akan dibangun pabrik haruslah mendukung, dalam arti kondisinya tidak terlalu mengganggu jalannya operasi pabrik.

4. Pembuangan Limbah

Penanganan masalah limbah tidak menjadi masalah karena lokasi pabrik dekat dengan aliran sungai Cidanau dan laut.

5. Energi

Penyediaan energi merupakan hal yang perlu di perhatikan dalam pemilihan lokasi pabrik. Untuk memenuhi kebutuhan listrik diambil dari Perusahaan Listrik Negara Suralaya dan dari generator.

6. Perpajakan

Pajak yang harus dibayarkan dapat lebih murah, karena Cilegon merupakan kawasan industri sehingga pembayaran pajaknya lebih dipermudah

7. Korosifitas

Lokasi kawasan industri Cilegon tidak berada tepat ditepi laut, sehingga korosifitas yang utamanya disebabkan oleh air laut tidak begitu berpengaruh.

8. Perawatan

Pabrik mempunyai bengkel perawatan sendiri, apabila tidak dapat dilakukan sendiri di Cilegon banyak terdapat bengkel yang dapat menangani peralatan-peralatan besar.



9. Biaya Konstruksi

Biaya konstruksi bisa lebih murah, karena kawasan industri Cilegon berada di dekat pelabuhan sehingga biaya pengangkutan alat ke lokasi dapat lebih murah.

10. Kondisi Daerah Lokasi

Keadaan sekitar lahan pabrik haruslah diamati dan dimengerti, dengan maksud agar pada saat pabrik telah berdiri tidak ada masalah yang akan berkembang.

11. Bahaya Banjir dan Kebakaran

Pabrik yang akan didirikan harus memperhatikan keselamatannya. Cilegon tidak termasuk daerah rawan banjir dan di kawasan ini memiliki keselamatan terpadu untuk menjaga dari hal-hal yang berbahaya.

1.4 Tinjauan Pustaka

1.4.1 Macam-macam Proses.

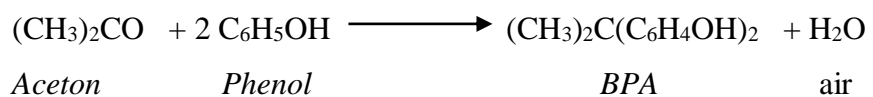
Ada beberapa macam proses pembuatan *Bisphenol-A* yaitu :

1. *Bisphenol-A* dengan bahan baku *Aceton* dan *Phenol* ada dua yaitu :

a. Dengan katalis Asam

Proses pembuatan *Bisphenol-A* dengan bahan baku *Aceton* dan *Phenol* menggunakan katalis asam.

Reaksi yang terjadi :



Campuran *Aceton* dan *Phenol* dengan perbandingan 1 : 4/ 1 : 3 dikontakkan dengan HCl pekat atau H₂SO₄ 70% di dalam reaktor selama beberapa jam. Reaksi pembuatan *Bisphenol-A* dengan katalis asam merupakan reaksi orde 1 terhadap *Aceton* dan orde 2 terhadap *Phenol*. Energi aktivasi dari reaksi pembentukan



Bisphenol-A dengan katalis asam 19 kkal/mol. Katalis H_2SO_4 jarang digunakan (hanya untuk pabrik skala kecil) karena akan mengalami kesulitan dalam pemisahan dibandingkan dengan katalis HCl. Reaksi ini berlangsung pada tekanan atmosferik sampai dengan 2 kg/cm^2 dan pada suhu $35-60^\circ\text{C}$ dengan konversi 50%. Suhu reaksi dibatasi, karena dengan suhu yang rendah (dibawah 30°C), reaksi berjalan lambat dan dengan suhu diatas 85°C , reaksi akan menghasilkan banyak hasil samping. Katalis yang dipakai adalah asam klorida, sedangkan katalis asam sulfat jarang digunakan (hanya digunakan oleh pabrik skala kecil) karena berbagai kekurangan antara lain akan mengalami kesulitan dalam pemisahan dibandingkan menggunakan katalis asam klorida, selain itu juga terjadi masalah dengan peralatan. Dalam perkembangan pembuatan *Bisphenol-A* dengan katalis asam dan promotor *methyl mercaptan* dengan proses Epoxy grade dapat meningkatkan konversi sampai 98%. (US Patents 4,946,877)

b. Proses *Ion Exchange*

Katalis yang digunakan pada proses ini adalah polysterene sulfonated resin, dengan konversi produk 60%. Temperatur proses ini lebih tinggi yaitu $70-90^\circ\text{C}$. Katalis lain yang digunakan dalam pembuatan *Bisphenol-A* adalah grup mercapta (SH) digunakan sejak tahun 1994. Diantara grup mercaptan ini adalah sulfur diclorida, sodium thiosulfat, hidrogen sulfida dan iron sulfida. Dalam perkembangan selanjutnya grup mercaptan dimodifikasi sebagai ion exchange dengan suatu grup asam dan digunakan sebagai katalis untuk meningkatkan konversi. Modifikasi lain yang dipakai adalah resin sulphonic acid dan reducing agent atau dengan mercapto alkohol, mercapto alkilamin ataupun thioxolidine. (US Patents 5,395,857)



2. Bisphenol-A dari selain Aceton

Pembuatan Bisphenol-A dapat juga menggunakan bahan baku selain Aceton. Bahan baku tersebut adalah propylene (methylacetylene), commercial propyne propadiene (MAPP). Pada proses ini digunakan katalis seperti Boron trifloride, katalis anhidrous hydrogen flouride, sulfuric acid, atau juga asam kuat resin ion exchanger. Isopropynyl acetat atau 2 cloropropane dapat sama-sama digunakan. Yang terakhir adalah salah satu hasil samping pada klorinasi temperature tinggi propylene yang digunakan untuk memproduksi allyl klorida. Proses pembuatan cara ini digunakan secara semi komersial di Rusia tetapi hasil yang diperoleh tidak sebaik bila menggunakan Aceton sebagai bahan bakunya.

(McKetta, 1994)

1.4.2 Kegunaan Produk

Adapun manfaat dari Bisphenol-A dalam perindustrian adalah sebagai berikut (McKetta, 1994):

a. Industri Epoxy resin

Epoxy resin termasuk dalam resin termosetting yang dibuat dari reaksi antara Epichlorohidrin dan Bisphenol-A. Epoxy resin digunakan sebagai zat pelapis (powder coatings/adhesive), perekat dan sebagai komponen listrik dan alat-alat elektronik. Fiber glass yang dilapisi dengan Epoxy resin memiliki kelebihan yaitu lebih ringan dan memiliki daya rentang yang tinggi dan juga tahan terhadap zat-zat kimia yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai bahan kontruksi pabrik kimia.

b. Industri Polycarbonat

Polycarbonate merupakan salah satu industri yang menggunakan Bisphenol-A yaitu dibuat dengan mereaksikan Bisphenol-A phosgene. Polycarbonate ini termasuk dalam resin thermoplastic yang memiliki kekuatan lebih tinggi dan lebih tahan panas dibandingkan dengan resin termosetting. Polycarbonate ini digunakan sebagai bahan dasar



bagian-bagian kendaraan bermotor, compact disks (CD), serta pelapis (*sheet and glazing*), komponen–komponen listrik dan alat–alat elektronik.

c. Industri cat

Bisphenol-A digunakan sebagai stabilitas zat warna supaya warna tidak mudah berubah.

d. Industri polimer lainnya

Dibidang industri polimer, *Bisphenol-A* digunakan sebagai bahan baku untuk membuat *polyester*, *polysulfonate*, *polyetherimida*, *polyarylate resin*.

e. Penggunaan lain

Selain penggunaan dibidang industri seperti tersebut diatas, *Bisphenol-A* digunakan pula sebagai bahan anti oksidan, *flame retardant (tetrabromobisphenol-A)* dan industri hidrogenasi.

1.4.3 Sifat Fisika dan Sifat Kimia Bahan Baku dan Produk

1. Aceton

Sifat Fisis :

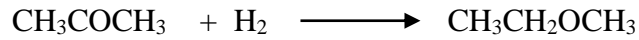
Rumus Kimia	: C_3H_6O
Berat Molekul	: 58,08 Kg/Kmol
Titik Didih	: $56,25^{\circ}C$
Titik leleh	: $-94,7^{\circ}C$
Temperatur kritis	: $235,05^{\circ}C$
Tekanan kritis	: 4701 kPa
Volume kritis	: $0,209 m^3/kmol$
Densitas ($0^{\circ}C$)	: 0,792 kg/L
Fase	: cair
Kelarutan dalam 100 gram air ($30^{\circ}C$)	: 6,4
Kenampakan	: zat cairan tidak berwarna
<i>Spesific gravity</i> 60 F	: 0,7986
Sinonim	: <i>2-Propanone, dimethyl ketone</i>



Sifat Kimia

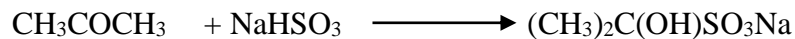
1. Dapat mengalami proses hidrogenasi membentuk isopropanol

Reaksi :



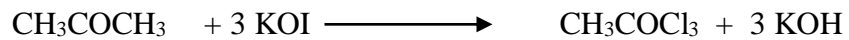
2. Dapat mengalami proses alkilasi bila direaksikan dengan natrium bisulfit

Reaksi :



3. Dapat mengalami proses substitusi jika direaksikan dengan KOI

Reaksi :



(McKetta, 1994)

2. Phenol

Sifat Fisis :

Rumus Kimia	: C ₆ H ₆ O
Berat Molekul	: 94,113 kg/kmol
Titik Didih	: 181,84°C
Titik leleh	: 40,91°C
Temperatur kritis	: 421,1°C
Tekanan kritis	: 60,498 atm
Volume kritis	: 0,229 m ³ /kmol
Densitas (20°C)	: 1,0722 g/L
Fase	: cair
Kenampakan	: zat padat berwarna putih
Spesific gravity 60 F	: 1,080172
Kelarutan dalam 100 gram air (30 °C)	: 8,2
Viskositas (25°C)	: 5,4 cP
Pelarut organik	: Alkohol, benzene, chloroform, Eter
Komposisi	: C ₆ H ₆ O 98% C ₇ H ₈ O 2%

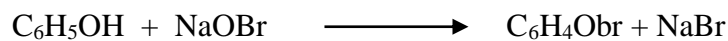


Sinonim : *Hydroxybenzene, carbolic acid, phenic acid, phenylic acid, phenyl hydroxide, or oxybenzene.*

Sifat Kimia :

Dapat mengalami proses substitusi dengan brom

Reaksi :



(McKetta, 1994)

3. Bisphenol-A

Sifat Fisis :

Rumus Kimia	: $\text{C}_{15}\text{H}_{16}\text{O}_2$
Berat Molekul	: 228,29 Kg/Kmol
Titik Didih	: 360,5°C
Titik leleh	: 153°C
Temperatur kritis	: 575,85°C
Tekanan kritis	: 28,917 atm
Volume kritis	: 0,677 m ³ /kmol
Densitas (0°C)	: 1,195 g/L
Fase	: padat
Kenampakan	: bentuk flake berwarna putih
<i>Spesific gravity</i> 60 F	: 0,7985608
Pelarut organik	: Alkohol, dan Aceton
Komposisi	: $\text{C}_{15}\text{H}_{16}\text{O}_2$ 98% Impuritas 2%
Sinonim	: <i>4,4-isopropylidene diphenol, Parabis A, Rikabanol, Diano, Dian, Millad HBPA, 2,2-Bis(p-hydroxyphenyl)propane, Ipognox 88.</i>

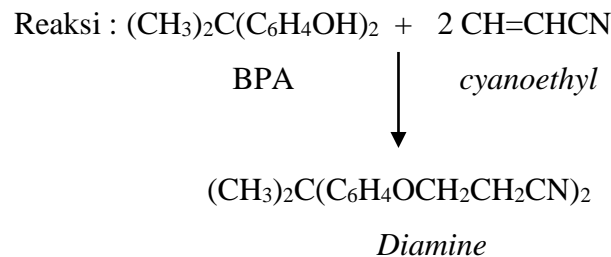


Kelarutan (g / 100 g solven pada suhu kamar)

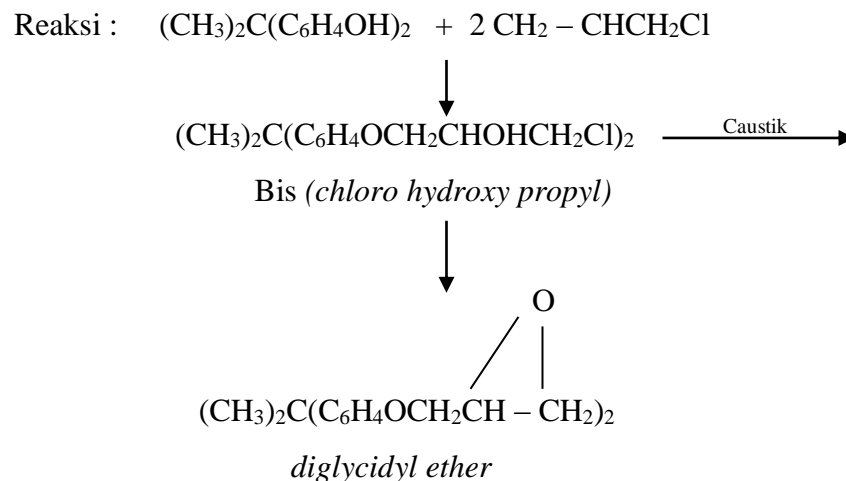
Air	: < 0,1
<i>Methylene chloride</i>	: 0,86
<i>Aceton</i>	: 108,6
<i>Hexane</i>	: 0,11
Etanol	: 15

Sifat Kimia :

1. Dapat membentuk senyawa diamine bila bereaksi dengan *cyanoethyl* dengan adanya katalis basa :



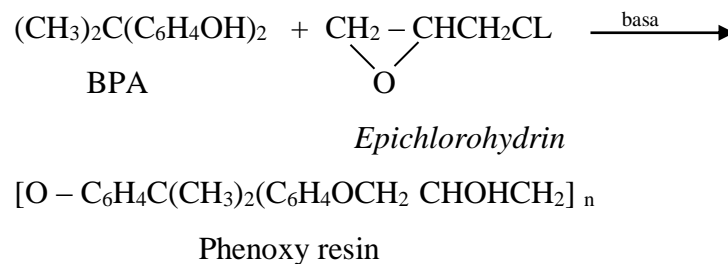
2. *Bisphenol-A* bereaksi dengan epichlorohidrin membentuk *dichlorohidroxy propyl eter* dengan adanya soda kaustik diperoleh *diglycidyl eter*



3. Pada reaksi kondensasi antara *Bisphenol-A* dan *epichlorohidrin* dengan rasio 1 : 1 dan suasana basa akan menghasilkan phenoxy resin

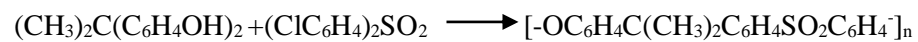


Reaksi :



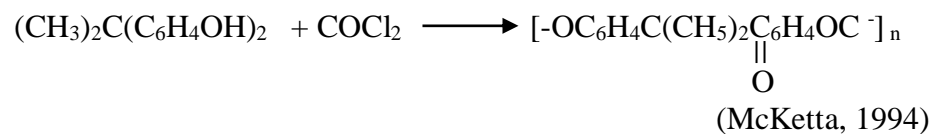
4. Dapat bereaksi dengan bis (4-chlorophenyl) sulfone membentuk polysulfone resin

Reaksi :



5. Dapat bereaksi dengan asam monokarboksilat membentuk polycarbonate resin

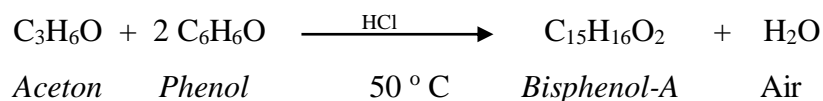
Reaksi :



Tinjauan Proses Secara Umum

Pembentukan *Bisphenol-A* dari *Aceton* dan *Phenol* adalah merupakan reaksi kondensasi antara aceton dengan dua gugus phenol.

Reaksi :



Phenol direaksikan dengan *Aceton* menggunakan katalis asam pada suhu 50°C tekanan 1 atm dengan kondisi operasi isothermal non adiabatik. Sifat reaksi dari pembentukan *Bisphenol-A* adalah eksotermis, sehingga perlu pendinginan untuk mempertahankan suhu reaktor. Setelah proses reaksi produk *Bisphenol-A*, produk reaksi *Bisphenol-A* akan dilakukan proses pemurnian dengan menggunakan alat still, tangki pencuci, kristalizer, centrifuge dan rotary dryer.

(McKetta, 1994)