

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai negara berkembang, Indonesia melaksanakan pembangunan dan pengembangan di berbagai sektor, salah satunya adalah sektor industri. Dengan kemajuan dalam sektor industri diharapkan akan meningkatkan kesejahteraan rakyat. Dalam pembangunannya, sektor industri ini dikembangkan dalam beberapa tahap dan secara terpadu melalui peningkatan hubungan antara sektor industri dengan sektor lainnya.

Industri kimia merupakan salah satu contoh sektor industri yang sedang dikembangkan di Indonesia, dan diharapkan dapat memberikan kontribusi yang besar bagi pendapatan negara. Dalam mengembangkan dan meningkatkan industri ini diperlukan ilmu pengetahuan dan teknologi. Untuk itu Indonesia harus mampu memanfaatkan potensi yang ada, karena industri kimia membutuhkan perangkat-perangkat yang memang dibutuhkan dan juga membutuhkan sumber daya alam seefisien mungkin. Disamping itu perlu juga penguasaan teknologi baik yang sederhana maupun yang canggih, sehingga bangsa Indonesia dapat meningkatkan eksistensinya dan kredibilitasnya sejajar dengan bangsa-bangsa lain yang telah maju.

Phenol pertama kali dikenal pada tahun 1834 melalui eksperimen pembuatan *phenol* yang dilakukan oleh *F. Ronge*, yang diperoleh dari tar batubara. Tar batubara merupakan satu-satunya bahan baku pembuatan *phenol* sampai pada Perang Dunia I. Penggunaan awal dari *phenol* dibatasi pada penggunaannya sebagai bahan pengawet kayu, dan sebagai fumigator atau desinfektan (pembunuh kuman).

Phenol sintetik pertama kali diproduksi dengan cara sulfonasi benzen dan hidrolisa sulfonat. Setelah itu, metode lain telah dikembangkan untuk sintesa *phenol*, antara lain klorinasi benzen pada fase liquid diikuti hidrolisa fase uap pada temperatur tinggi. Namun, tak satupun yang sangat menarik karena semuanya melibatkan

bahan baku kimia yang mahal, resiko korosi dan secara umum tidak ekonomis untuk industri skala besar.

Secara komersial, produksi *phenol* sintetik ditemukan di Jerman oleh *Dr. Heinrich Hock* dan koleganya *Shon Lang* pada tahun 1949 dan dipublikasikan di sebuah koran yang membuat tentang auto oksidasi senyawa organik. Dari laporan tersebut menunjukkan bahwa pada kondisi-kondisi yang telah ditetapkan cumene akan teroksidasi menjadi cumene peroksida, yang selanjutnya akan terdekomposisi menjadi *phenol* dan aseton.

1.2 Maksud dan Tujuan

1.2.1 Maksud

Kebutuhan *phenol* di Indonesia sangatlah besar dan pemenuhan terhadap kebutuhan *phenol* tersebut dilakukan dengan cara mengimpor. Untuk memenuhi kebutuhan *phenol* dalam negeri dilakukan pra rancangan pabrik kimia *phenol* di Indonesia dengan menggunakan proses Cumene Hidroperoksida (proses CHP)

1.2.2 Tujuan

Pra rancangan pabrik pembuatan *phenol* ini bertujuan untuk menerapkan disiplin ilmu Teknik Kimia, khususnya pada mata kuliah Perancangan Pabrik Kimia, Perancangan Proses Teknik Kimia, Teknik Reaktor dan Operasi Teknik Kimia sehingga akan memberikan gambaran kelayakan pra rancangan pabrik pembuatan *phenol*.

Tujuan lain dari pra rancangan pabrik pembuatan *phenol* ini adalah untuk memenuhi kebutuhan *phenol* dalam negeri yang selama ini masih diimpor dari negara lain dan selanjutnya dikembangkan untuk tujuan ekspor. Selain itu, diharapkan dengan berdirinya pabrik ini akan memberi lapangan pekerjaan dan memicu peningkatan produktivitas rakyat yang pada akhirnya akan meningkatkan kesejahteraan rakyat.

1.3 Penentuan Kapasitas Produksi

1.3.1 Kebutuhan Produk

Berdasarkan data impor statistik tahun 2011-2017, kebutuhan *phenol* di Indonesia adalah sebagai berikut :

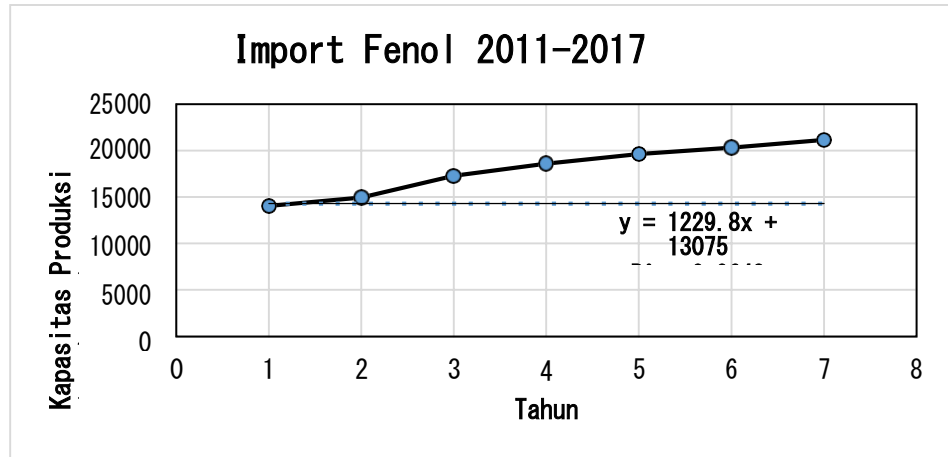
Tabel 1.1 Data Impor *Phenol* di Indonesia

Tahun	Jumlah Impor (Ton)
2011	14.037.581
2012	14.935.438
2013	17.290.701
2014	18.593.113
2015	19.630.449
2016	20.337.179
2017	21.134.872

Tabel 1. 1 Biro Pusat Statistik

Sumber : Biro Pusat Statistik Tahun (2011 – 2017)

Untuk memproduksi *phenol* ini digunakan bahan baku cumene dan udara yang terdapat di sekitar lokasi pabrik. Dengan memperhatikan kebutuhan dalam negeri dan kegunaannya yang banyak menguntungkan maka pabrik pembuatan *phenol* ini sangat potensial untuk didirikan di Indonesia.



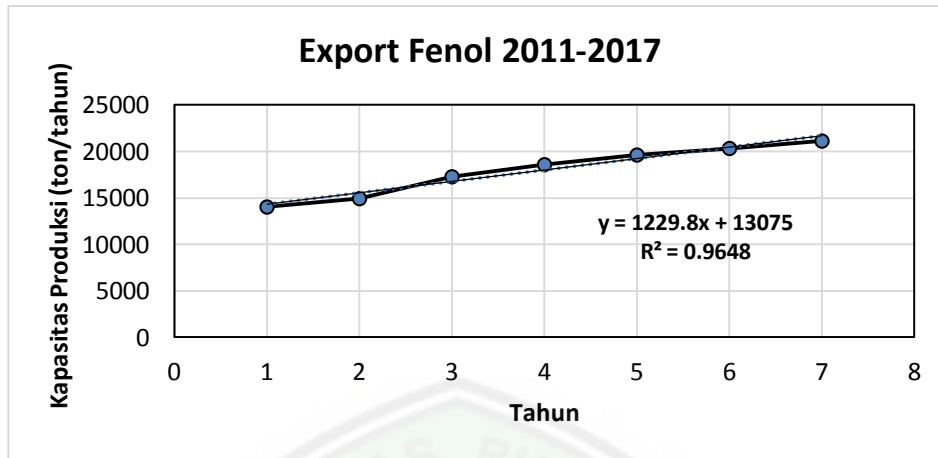
Grafik 1. 1 Data Import Phenol DiIndonesia

Berdasarkan data ekspor statistik tahun 2011-2017, kebutuhan *phenol* di Indonesia adalah sebagai berikut :

Tahun	Jumlah Ekspor (Ton)
2011	1.292.915
2012	1.066.699
2013	1.545.186
2014	221.611
2015	2.316.283
2016	274.212
2017	2.713.998

Tabel 1. 2 Kebutuhan Ekspor Phenol

Sumber : Biro Pusat Statistik Tahun (2011 – 2017)



Grafik 1. 2Data Eksport Phenol DiIndonesia

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 Tabel 1.3. Data Konsumsi Fenol di Indonesia. Maka data konsumsi fenol terdapat pada Tabel 1.3.

Tabel 1. 3 Data Konsumsi Phenol Di Indonesia

No	Nama Pabrik	Produk	Alamat	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)
1	PT. Indopherin Jaya	Resin Fenolic	Jln. Brantas Km. 1, Kademangan, Probolinggo, Jawa Timur	10.428
2	PT. Dynea Mugi Indonesia	Resin Fenolic	Kawasan Industri Medan (KIM), Jln. Yos Sudarso Km. 10.5, Mabar, Medan, Sumatera Utara	10.000
3	PT. Intan Wijaya Internasional	Resin Fenolic	Jln. Yos Sudarso, Banjarmasin, Kalimantan Selatan	71.600
4	PT. Susel Prima Permai	Resin Fenolic	Jln. Lingkaran I Dempo Dalam No. 304-DEF 15 Ilir, Palembang, Sumatera Selatan	14.000
5	PT. Superin Utama Adhesive	Resin Fenolic	Jln. Jenderal Sudirman Kav. 47-48	12.000
6	PT. Binajaya Rodakarya	Resin Fenolic	Jln. Letjen. S. Parman Kav. 62-63, Slipi, Jakarta Barat	12.000
7	PT. Perawang Perkasa Industri	Resin Fenolic	Jln. Raya Perawang, Desa Perawang, Siak, Bengkalis, Pekanbaru, Riau	21.000
8	PT. Lakosta Indah	Resin Fenolic	Mangkujenang, Palaran, Samarinda, Kalimantan Timur	40.000
9	PT. Korindo Abadi	Resin Fenolic	Jln. Sungai Lekop Km. 23 Kijang, Tanjung Pinang, Riau	40.000
10	PT. Meranti Mustika	Resin Fenolic	Jln. Ade Irma Suryani (AIS) Nasution No. 33, Sampit, Kalimantan Tengah	22.200
11	PT. Continental Solvido	Resin Fenolic	Jln. Raya Merak Km 118 Ds. Gerem Grogol	14.500
12	PT. Duta Pertiwi Nusantara	Resin Fenolic	Jln. Laksda Adi Sucipto Km. 10.06, Pontianak, Kalimantan	18.000
13.	PT. Arjuna Utama Kimia	Resin Fenolic	Jln. Rungkut Industri I No. 18-22, Surabaya, Jawa Timur	43.000
14.	PT. Arjuna Utama Kimia	Resin Fenolic	Jln. Rungkut Industri I No. 18-22, Surabaya, Jawa Timur	43.000
Total				388.728
Total Kebutuhan Resin Fenolic 43% dari Fenol				Total 167.153

Lanjutan Tabel 1.3.

No	Nama Pabrik	Produk	Alamat	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)
1	PT. Inti Everspring Indonesia	Anilin	Jln. Raya Selira Km. 12, Banten	1.700
2	PT. Clariant Indonesia	Anilin	Jln. Gatot Subroto Km. 4 Kali Sabi No. 1, Kec. Jati Uwung, Tangerang, Banten	21.927
3	PT. Dystar Colour Indonesia	Anilin	Krakatau Industrial Estate Cilegon, Cilegon, Banten	3.000
4	PT. Multikimia Intipelangi	Anilin	Desa Ganda Mekar, Kec. Cibitung, Bekasi, Jawa Barat	500
Total				27.127
Total Kebutuhan Anilin 7% dari Fenol				1.899
1	PT. Indo Nan Pao Resin Chemical	Bisphenol-A	Desa Gandasari, Jati Uwung, Tangerang, Banten	12.000
2	PT. Phodia	Bisphenol-A	Jln. HR Rasuna Said 5 12940 Jakarta Selatan	20.000
Total				32.000
Total Kebutuhan Bisphenol-A 30% Fenol				9.600

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

Jadi, jumlah kebutuhan fenol di Indonesia berjumlah $167.153 \text{ ton/tahun} + 1.899 \text{ ton/tahun} + 9.600 \text{ ton/tahun} = 178.652 \text{ ton/tahun}$.

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

Nama Perusahaan	Lokasi Perusahaan	Kapasitas Produksi (Ton/tahun)
PT. Metropolitan Phenol Pratama	Serang, Banten	40000
PT. Lambang Tri Usaha	Cibitung, Jawa Barat	45000
PT. Batu Penggal Chemical Industri	Kalimantan Timur	35000
PT. Bumi Banjar Utama Sakti	Kalimantan Selatan	5250
Jumlah		125.250

Tabel 1. 4 Perusahaan Yang Memproduksi Phenol

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

Jadi, jumlah produksi fenol di Indonesia berjumlah 125.250 ton/tahun.

1.3.2 Perhitungan Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi suatu pabrik ditentukan berdasarkan kebutuhan konsumsi produk dalam negeri, data impor, data ekspor, serta data produksi yang telah ada, sebagaimana dapat dilihat dari berbagai sumber, misalnya dari Biro Pusat Statistik, dari biro ini dapat diketahui kebutuhan akan suatu produk untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dari data industri yang telah ada. Berdasarkan data- data ini, kemudian ditentukan besarnya

kapasitas produksi. Maka peluang kapasitas pendirian pabrik fenol di tahun 2020 dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$PKPP = JK + EKS - IMP - PDN$$

PKPP = Peluang Kapasitas Pendirian Pabrik Tahun 2020 (Ton)

JK = Jumlah Kebutuhan Fenol (Ton)

EKS = Jumlah Ekpor Fenol Tahun 2022 (Ton)

PDN = Jumlah Produksi Dalam Negeri Fenol (Ton)

$$PKPP = JK + EKS - IMP - PDN$$

$$\begin{aligned} PKPP &= 178.652 \text{ ton} + 4.381 \text{ ton} - 26.832 \text{ ton} - 125.250 \text{ ton} \\ &= 30.951 \text{ ton} \end{aligned}$$

Jadi Kapasitas Pabrik Pada Tahun 2022 adalah 30.951 ton/ tahun atau 31.000 ton/tahun

Berdasarkan peluang pendirian pabrik yang telah dihitung, maka diputuskan akan dibuat pra-perancangan pabrik fenol dengan kapasitas 31.000 ton/tahun

1.4 Penentuan Lokasi Pabrik

1.4.1 Ketersediaan Bahan Baku

Suatu pabrik sebaiknya berada di daerah yang dekat dengan sumber bahan baku dan daerah pemasaran sehingga transportasi dapat berjalan dengan lancar.

Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai bahan baku adalah:

- Lokasi sumber bahan baku
- Besarnya kapasitas sumber bahan baku dan berapa lama sumber tersebut dapat diandalkan pengadaannya
- Cara mendapatkan bahan baku tersebut dan cara transportasi
- Harga bahan baku serta biaya pengangkutan
- Kemungkinan mendapatkan sumber bahan baku yang lain

Bahan baku direncanakan diperoleh melalui pabrik-pabrik yang ada di Jawa dan diimpor dari Singapura.

1.4.2 Sarana Transportasi

Lokasi yang dipilih dalam rencana pendirian pabrik ini merupakan kawasan industri, yang telah memiliki sarana pelabuhan dan pengangkutan darat sehingga pembelian bahan baku dan pelepasan produk dapat dilakukan melalui jalan darat maupun laut.

Produk *Phenol* ini dapat diangkut ataupun dikapalkan dengan mudah ke daerah pemasaran dalam dan luar negeri. Kebutuhan *Phenol* menunjukkan peningkatan dari tahun ke tahun, Daerah Kab. Kerinci, Riau, tidak akan mengalami hambatan dalam hal pemasaran. Dengan sarana transportasi darat yang baik, mempermudah transportasi produk menuju pelabuhan Dumai yang relatif dekat dengan negara lain seperti Singapura, Malaysia. Selain itu, kawasan ini juga merupakan daerah industri sehingga produknya dapat dipasarkan kepada pabrik yang membutuhkannya di kawasan industri tersebut atau diekspor ke manca negara.

1.4.3 Pemilihan Lokasi Pabrik

Dalam pendirian suatu pabrik, tenaga listrik dan bahan bakar adalah faktor penunjang yang paling penting. Kebutuhan tenaga listrik untuk operasi pabrik dapat diperoleh Perusahaan Listrik Negara (PLN) wilayah III Riau - Sumbar. Disamping itu juga digunakan generator diesel (apabila listrik mati) yang bahan bakarnya diperoleh dari Pertamina.

Selain tenaga listrik dan bahan bakar, air merupakan kebutuhan penting bagi suatu

pabrik industri kimia, baik itu untuk keperluan proses maupun untuk keperluan lainnya. Berdasarkan monograf daerah Riau yang menyebutkan bahwa didaerah ini terdapat sungai besar, dimana diantaranya dekat dengan lokasi pabrik. Kebutuhan air ini berguna untuk proses, sarana utilitas, dan keperluan domestik. Tanah yang tersedia untuk lokasi pabrik masih cukup luas, biaya tanah bangunan untuk pendirian pabrik relatif terjangkau.

Ekspansi pabrik dimungkinkan karena tanah yang tersedia cukup luas dan disekeliling pabrik belum banyak berdiri pabrik serta tidak mengganggu pemukiman penduduk.

Seperti kebanyakan daerah lain di Indonesia, maka kondisi cuaca dan iklim di sekitar lokasi pabrik relatif stabil. Untuk daerah ini belum pernah terjadi bencana alam yang berarti sehingga memungkinkan pabrik berjalan dengan lancar. Temperatur udara tidak pernah mengalami penurunan maupun kenaikan yang cukup tajam dimana temperatur udara berada diantara 30 – 35⁰C dan tekanan udara berkisar pada 760 mmHg dan kecepatan udaranya sedang.

1.4.4 Sumber Daya Manusia

Tenaga kerja merupakan modal untuk pendirian suatu pabrik. Masalah tenaga kerja sangat berpengaruh didalam kelangsungan suatu pabrik/perusahaan. Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Kemungkinan untuk mendapatkan tenaga kerja yang diinginkan
- Pendidikan/keahlian tenaga kerja yang tersedia
- Tingkat/penghasilan tenaga kerja disekitar lokasi pabrik
- Adanya ikatan perburuhan (peraturan perburuhan)
- Terdapatnya lokasi untuk lembaga *training* tenaga kerja.

Dengan didirikannya pabrik di Kab. Kerinci ini diharapkan akan dapat menyerap tenaga kerja potensial yang cukup banyak terdapat didaerah tersebut. Tenaga kerja pada daerah ini tersedia tenaga kerja terdidik maupun tidak terdidik serta tenaga kerja yang terlatih maupun tidak terlatih. Tenaga kerja untuk pabrik ini direkrut dari :

- Perguruan tinggi lokal, masyarakat sekitar dan perguruan tinggi lainnya.
- Tenaga ahli yang berasal dari daerah sekitar dan luar daerah

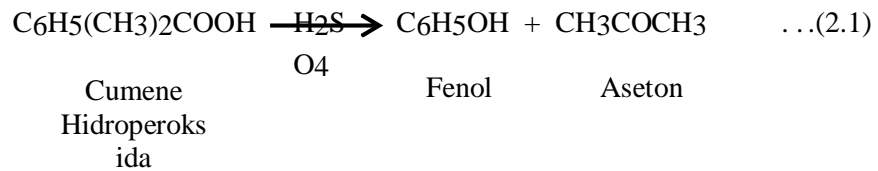
1.5 Jenis – Jenis Proses Pembuatan Phenol

Secara umum, Proses pembuatan fenol dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain:

1. Pembuatan Fenol dari *Cumene Hidroperoxide*

Saat ini proses produksi Fenol menggunakan bahan baku cumene adalah proses pembuatan fenol

yang paling banyak digunakan. Menurut data yang diperoleh pada tahun 2008 lebih dari 97% produksi fenol di dunia diproduksi dengan proses ini. Pada proses ini *Cumene Hydroperoxide* yang terbentuk dengan cepat terdekomposisi menjadi fenol dan aseton, dengan menggunakan katalis asam kuat. Reaksi dari pembentukan fenol dari *cumene hydroperoxide* adalah sebagai berikut:



Pada proses ini reaksi pemecahan *cumene hydroperoxide* menjadi fenol dan aseton pada suhu optimal 78°C pada tekanan 1 atm dengan *Yield* proses 98%. Reaksi dijalankan pada suasana asam dengan menggunakan asam sulfat yang berfungsi sebagai katalis dengan konsentrasi 98%. (Kirk & Othmer, 1996; Walas, 1988)

2. Pembentukan fenol dari Toluene-Asam Benzoat

Oksidasi Toluena menjadi fenol telah digunakan oleh *Dow Chemical Corporation*, di kalama, Washington, *Dow Canada Ltd* di hadner, British Columbia British Columbia dan di Rosenberg, Netherland (*Dutch State Mines*). Proses ini terdiri atas tiga tahap. Pertama, oksidasi toluena dengan udara dan digunakan katalisator *cobalt benzoate* yang akan menghasilkan asam benzoat. Pada tahap ini terjadi Reaktor beroperasi pada suhu 121-177°C dan tekanan 2 atm dan konsentrasi katalis sebesar 0,1-0,3% berat. Pada proses ini, *yield* reaksi yang didapat sebesar 68% terhadap Toluena. Sedangkan proses kedua adalah oksidasi asam benzoat menggunakan oksigen yang terdapat didalam udara dengan menggunakan katalisator *copper benzoate* dan dengan adanya *steam* mennghasilkan fenol. Pada reaksi tahap kedua reaksi terjadi pada suhu 234°C dan tekanan 1,5 atm. Tahap ketiga dari proses toluen-asam benzoat, fenil benzoat menggunakan steam menghasilkan fenol. Proses ini berlangsung pada suhu 200°C dan tekanan atmosferis. *Yield* proses fenol yang didapat terhadap asam benzoat sebesar 88% (Kirk & Othmer, 1996). Persamaan reaksi oksidasi toluena- asam benzoat menjadi fenol adalah sebagai berikut:



Toluena Udara Asam Benzoat Air



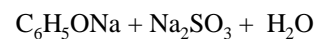
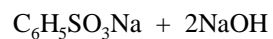
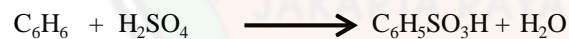
Asam Benzoat Udara Fenil Benzoat Air Karbon
Dioksida



Fenil Benzoat Steam Fenol Asam Benzoat

3. Pembuatan fenol dengan proses sulfonasi benzena

Pada proses sulfonasi benzena, benzena disulfonasi menggunakan asam sulfat menjadi asam benzena sulfonat pada suhu 150°C. Kemudian asam benzena sulfonat dinetralisasi menggunakan natrium sulfit menjadi natrium benzena sulfonat. Natrium benzena sulfonat direaksikan dengan kaustik soda untuk menghasilkan natrium fenat pada suhu 380°C. Fenol didapatkan melalui pengasaman larutan natrium fenat dengan *yield* proses 88% terhadap benzena (Kirk & Othmer, 1996). Reaksi secara keseluruhan yang terjadi adalah sebagai berikut:





Secara umum, proses ini menggunakan tipe proses *batch* karena reaksi pada fusionator sangat lambat. Waktu tinggal reaktor yang dibutuhkan pada proses tersebut ialah 5 hingga 6 jam.

1.6 Tinjauan Termodinamika dan Ekonomi

1.6.1 Tinjauan secara termodinamika bertujuan untuk mengetahui apakah reaksi bersifat endotermis atau eksotermis. Penentuan panas reaksi yang berjalan secara eksotermis atau endotermis dapat dihitung dengan perhitungan panas pembentukan standar (ΔH_f°) pada $P = 1 \text{ atm}$ dan $T = 298 \text{ K}$. Reaksi yang terjadi adalah :



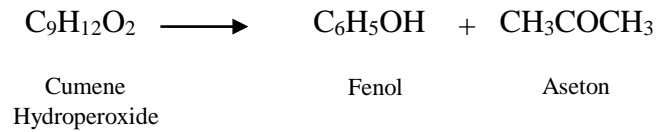
Jika ditinjau dari segi reaksinya, yaitu dengan cara memperhitungkan nilai energi bebas Gibbs pada keadaan standar (ΔG^0) dan panas reaksi pembentukan standar (ΔH_f^0). Nilai ΔH_f^0 dan ΔG^0 pada bahan baku utama dan produk seperti $\text{C}_9\text{H}_{12}\text{O}_2$, $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ dan CH_3COCH_3 dapat dilihat pada Tabel 1.5

Komponen	Rumus Molekul	ΔH_f^0 (kJ/gmol)	ΔG^0 (kJ/gmol)
Fenol	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ (l)	-96,4	-32,5
Aseton	CH_3COCH_3 (l)	-217,1	-152,6
CHP	$\text{C}_9\text{H}_{12}\text{O}_2$ (l)	-78,4	96

Sumber : Yaws, Carl L.

Reaksi yang terjadi antara lain :

Tabel 1. 5Nilai ΔH_f^0 dan ΔG^0 $\text{C}_9\text{H}_{12}\text{O}_2$, $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ dan CH_3COCH_3



$$\begin{aligned}
 \Delta H_f^0 &= \Delta H_f^0 \text{ produk} - \Delta H_f^0 \text{ reaktan} \\
 &= [(1 \text{ gmol} \times (-217,1 \text{ kJ/gmol})) + (1 \text{ gmol} \times (-96,4 \text{ kJ/gmol}))] \\
 &\quad - (1 \text{ gmol} \times (-78,4 \text{ kJ/gmol})) \\
 &= -235,10 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta G^0 &= \Delta G^0 \text{ produk} - \Delta G^0 \text{ reaktan} \\
 &= [(1 \text{ gmol} \times (-152,6 \text{ kJ/gmol})) + (1 \text{ gmol} \times (-32,5 \text{ kJ/gmol}))] \\
 &\quad - (1 \text{ gmol} \times 96 \text{ kJ/gmol}) \\
 &= -281,1 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan nilai ΔG^0 yang telah didapatkan sebesar -281,1 kJ menunjukkan bahwa reaksi pembentukan fenol dari *cumene hydroperoxide* dapat berlangsung tanpa membutuhkan energi yang besar, karena diinginkan nilai $\Delta G^0 < 0$ agar tidak membutuhkan energi berupa panas yang terlalu besar (konsumsi energi kecil).

1.6.2 Tinjauan Ekonomi

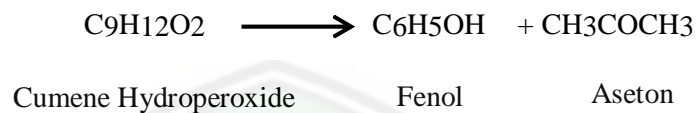
Tinjauan ekonomi ini bertujuan untuk mengetahui potensial ekonomi (EP) berdasarkan perhitungan ekonomi kasar pembelian bahan baku dan penjualan produk.

Komponen	Rumus Molekul	Berat molekul (kg/kmol)	Harga (\$/kg)	Harga (\$/kmol)
CHP	C ₉ H ₁₂ O ₂	152,19	1,190	181,106
Fenol	C ₆ H ₅ OH	94,11	1,984	186,714
Aseton	C ₃ H ₆ O	58,08	1,808	105,009

Tabel 1. 6 Data bahan baku dan produk proses cumene hydroperoxide

Sumber: <http://www.icis.com/chemicals/channel-info-chemicals-a-z/>, 2016

Reaksi yang terjadi pada proses cumene adalah sebagai berikut:



Persamaan untuk mendapatkan ekonomi potensial dari proses ini adalah sebagai berikut:

$$EP = (\text{total harga produk}) - (\text{total harga bahan baku})$$

$$EP = (\text{harga CO(CH}_3)_2 + \text{harga C}_6\text{H}_5\text{OH}) - (\text{harga C}_9\text{H}_{12}\text{O}_2)$$

$$EP = [(105,009 + 186,714) - (181,106)] \text{ \$/kmol}$$

$$EP = 110,617 \text{ \$/kmol}$$

Kemudian dari reaksi yang terjadi dalam proses *Cumene Hydroperoxide*, didapatkan mol masing-masing reaktan dan produk yang dapat dilihat pada

Tabel 2.3. Mol bahan baku dan produk proses *Cumene Hydroperoxide*

Komponen	Rumus Molekul	N	Berat molekul (kg/kmol)
CHP	C ₉ H ₁₂ O ₂	1	152,19
Fenol	C ₆ H ₅ OH	1	94,11
Aseton	C ₃ H ₆ O	1	58,08

Tabel 1. 7 Mol bahan baku dan produk proses *Cumene Hydroperoxide*

$$\text{Basis : 1 kg C}_6\text{H}_5\text{OH terbentuk} = \frac{1\text{kg}}{94,11\text{kg / kmol}} = 0,0106 \text{ kmol}$$

$$\text{Dik : } X = 0,98$$

(Kirk & Othmer, 1996; Mc Ketta, 1987)

Material	Rumus	Berat molekul (kg/kmol)	Massa		Harga (\$/kg)
	Molekul		Kmol	kg	
CHP	C ₉ H ₁₂ O ₂	152,19	0,0108	1,650	1,190
Fenol	C ₆ H ₅ OH	94,11	0,0106	1,000	1,984
Aseton	C ₃ H ₆ O	58,08	0,0106	0,617	1,808

- Harga penjualan produk utama dan produk samping

$$: C_6H_5OH = 1 \text{ kg} \times \$ 1,984 = \$ 1,984$$

$$C_3H_6O = 0,617 \text{ kg} \times \$ 1,808 = \$ 1,116$$

$$\text{Total harga penjualan} = \$ 3,100$$

- Biaya pembelian bahan baku :

$$C_9H_{12}O_2 = 1,650 \text{ kg} \times \$ 1,190 = \$ 1,964$$

$$\text{Total harga pembelian} = \$ 1,964$$

- Profit/keuntungan = harga penjualan produk

$$- \text{biaya pembelian bahan baku}$$

$$= \$ 3,100 - \$ 1,964 = \$ 1,136$$

1.7 Uraian Proses

Proses pembuatan phenol ini terdiri dari dua tahap, yaitu proses pembuatan phenol dan proses pemurnian.

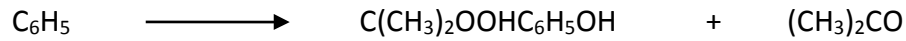
1.7.1 Proses Pembuatan Bahan

Baku Proses Pembuatan

Phenol

Pada proses pembuatan phenol, larutan Cumene Hydroperoxide dari Tangki (R – 101) ditambahkan dengan larutan H₂SO₄ (98%) dari Tangki (T – 02) sebagai katalis untuk mempercepat dekomposisi. Reaksi dekomposisi ini berlangsung pada suhu 50 °C pada tekanan 1 atm dengan reaksi sebagai berikut

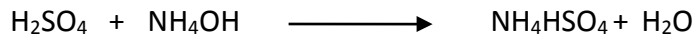
:



Proses Pemurnian

Tahap Penetralan Katalis

Proses selanjutnya adalah proses penetralan katalis H_2SO_4 , yaitu dengan menambahkan larutan NH_4OH . Reaksi ini berlangsung pada suhu $50\text{ }^\circ\text{C}$ dan tekanan 1 atm dengan reaksi sebagai berikut :



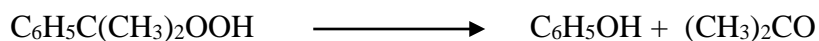
Tahap Pemurnian Produk

Dari Reaktor – 201 (R – 201) selanjutnya produk dan reaktan yang tidak bereaksi dialirkan ke Vaporizer (VP – 201) untuk memisahkan antara produk phenol dan produk aseton. Keluar dari Vaporizer (VP – 201) larutan yang masih mengandung NH_4OH dan NH_4HSO_4 dialirkan ke Decanter (DC – 201) untuk memisahkan secara daya larut campuran NH_4OH , NH_4HSO_4 , dan produk utama Phenol. Setelah dari Decanter (DC – 201) liquid produk dikirim ke unit Destilasi (KD – 201) guna mendapatkan kemurnian produk utama Phenol 99,9%. (US PATENT,1996)

1.7.2 Proses Reaksi

Proses Pembuatan Phenol

Pada proses pembuatan phenol, larutan Cumene Hydroperoxide dari Tangki (R – 101) ditambahkan dengan larutan H_2SO_4 (98%) dari Tangki (T – 02) sebagai katalis untuk mempercepat dekomposisi. Reaksi dekomposisi ini berlangsung pada suhu $50\text{ }^\circ\text{C}$ pada tekanan 1 atm dengan reaksi sebagai berikut:



Proses Pemurnian Phenol

Tahap Penetralan Katalis

Proses selanjutnya adalah proses penetralan katalis H_2SO_4 , yaitu dengan menambahkan larutan NH_4OH . Reaksi ini berlangsung pada suhu 50°C dan tekanan 1 atm dengan reaksi sebagai berikut :



1.7.3 Proses Finishing

Tahap Pemurnian Produk

Dari Reaktor selanjutnya produk dan reaktan yang tidak bereaksi dialirkan ke Vaporizer untuk memisahkan antara produk *phenol* dan produk aseton. Keluar dari Vaporizer larutan yang masih mengandung NH_4OH dan NH_4HSO_4 dialirkan ke Decanter untuk memisahkan daya larut campuran NH_4OH , NH_4HSO_4 , dan produk utama Phenol. Setelah dari Decanter liquid produk dikirim ke unit Destilasi guna mendapatkan produk utama Phenol 99,9%.

1.7.4 Diagram Alir Kualitatif

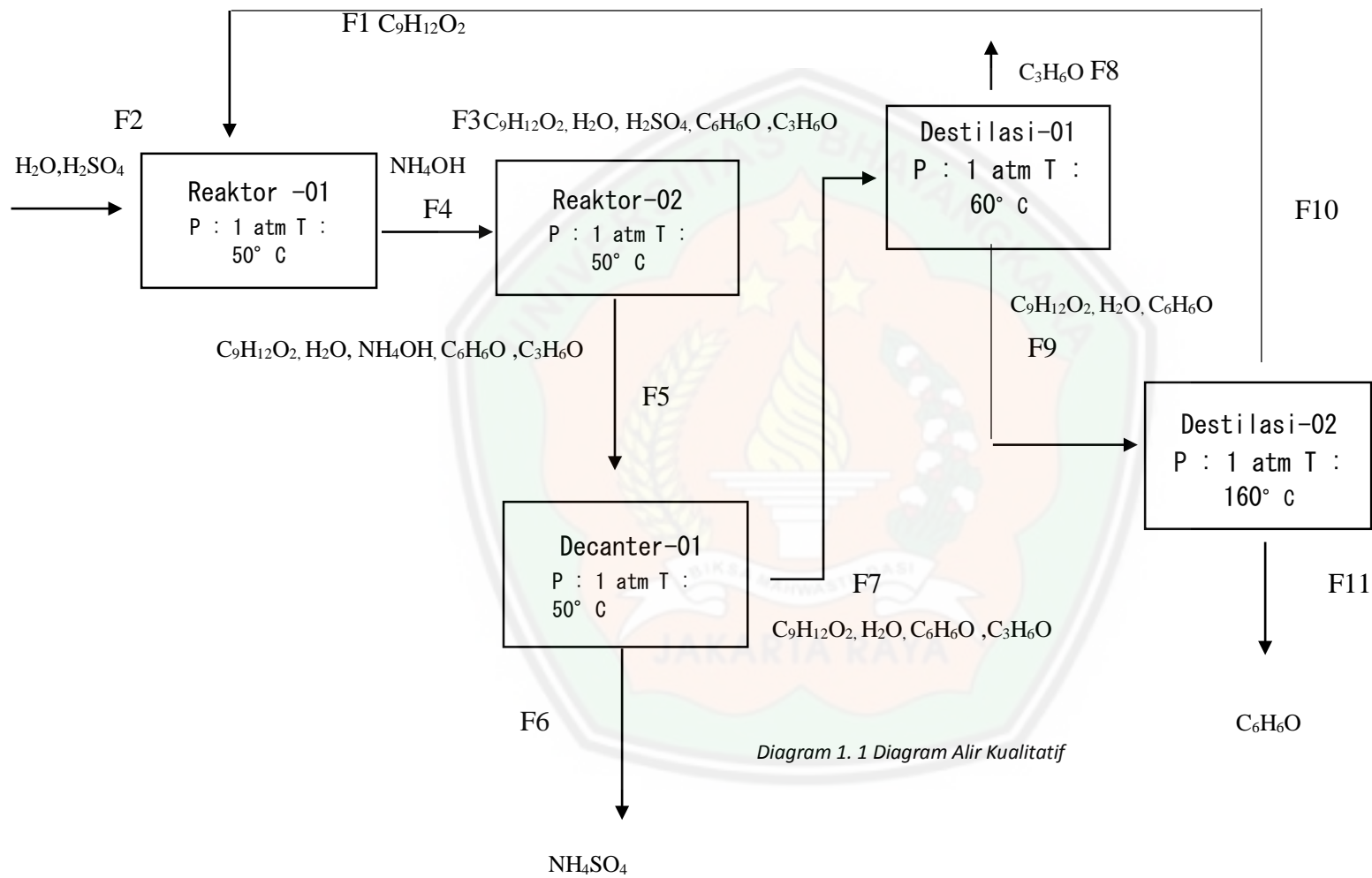


Diagram 1. 1 Diagram Alir Kualitatif

1.7.5 Diagram Alir Kuantitatif

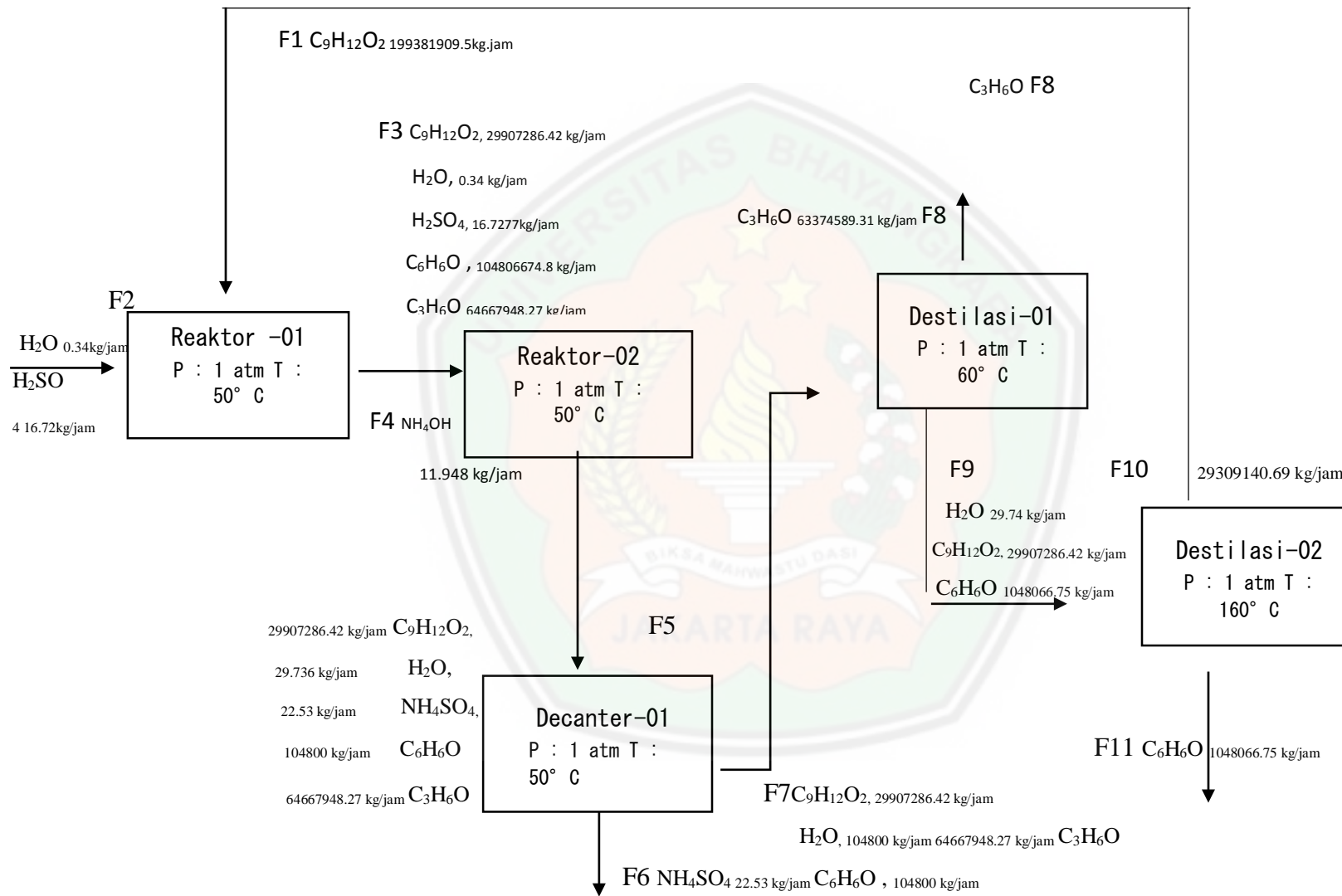


Diagram 1. 2 Diagram Alir Kuantitatif

1.8 Spesifikasi Bahan Baku

1.8.1 Spesifikasi Bahan Baku

a. Cumene Hydroperoxide

Rumus molekul	: C ₉ H ₁₂ OO
Berat molekul	: 152,103 g/mol
Wujud	: Cair
Warna	: Bening
Titik didih	: 153°C
Densitas	: 653 kg/m ³
Titik leleh	: -10°C
Specific Gravity (50°F)	: 1,055524

(<http://en.wikipedia.org/wiki/phenol,2008>)

b. Air

Rumus molekul	: H ₂ O
Berat molekul	: 18 g/mol
Wujud	: Cair
Warna	: Bening
Titik didih	: 100 °C
Titik leleh	: 0 °C
Densitas	: 998 kg/m ³
Specifik gravity (60°C)	: 1

(Perry,1999 & Kurk Othmer, 1969)

c. Ammonium Hidroksida

Rumus molekul : NH_4OH

Berat molekul : 35,046 g/mol

Wujud : Cair

Specific Gravity (20°C): 0,89

Densitas : 1024,6 kg/m³

Mudah larut dalam air, Tidak mudah terbakar, Bersifat korosif

d. Ammonium Hidrogen Sulfat

Rumus molekul : NH_4SO_4

Berat molekul : 115,11 g/mol

Wujud : Cair

Specific Gravity : 1,78

Titik didih : 490°C

Titik leleh : 40°C

Larut dalam air, pH < 7,0 merupakan senyawa katalis yang banyak digunakan, sangat berbahaya (beracun, dapat mengakibatkan kematian), Bersifat korosif (Perry, 1999).

1.8.2 Spesifikasi Katalis

a. Asam sulfat

Rumus molekul	: H ₂ SO ₄
Berat molekul	: 98,079 g/mol
Wujud	: Cair
Warna	: Bening
Titik didih	: 340°C
Densitas	: 1,8144 gr/cm ³
Titik leleh	: 10,49°C
Specific Gravity (60°F)	: 1,824

(Perry, 1999 & Kirk Othmer, 1969)

1.8.3 Spesifikasi Produk

a. Phenol

Phenol, juga dikenal dengan nama lamanya asam karboksilat, merupakan padatan Kristal bening yang beracun dengan bau yang khas. Rumus kimianya adalah C₆H₅OH dengan struktur grup hidroksil (-OH) yang terikat dengan sebuah cincin phenyl yang juga merupakan senyawa aromatis. Phenol dapat dibuat dari oksidasi parsial oksidasi benzene atau asam benzoate dengan proses cumene atau dengan proses Raschig. Dapat juga ditemukan sebagai produk dari oksidasi batu. Phenol memiliki sifat antiseptic, dapat digunakan oleh Sir Joseph Lister (1827-1912) pada teknik pembedahan antiseptiknya. phenol juga merupakan bahan aktif anastesi oral seperti *Chloraseptic spray*.

Rumus molekul	: C ₆ H ₅ OH
Berat molekul	: 94,113 g/mol

Wujud : Cair
Warna : Tak berwarna
Titik didih : 182°C
Densitas : 1,059 g/cm³
Titik leleh : 41°C
Kelarutan dalam air (20°C) : 8,3 g/100
ml (<http://en.Wikipedia.org/wiki/Phenol>,
2008)

