

**PRA RANCANGAN PABRIK ASAM BENZOAT
DENGAN PROSES OKSIDASI TOLUEN
KAPASITAS 34.150 TON PER TAHUN**



Oleh :
Puspita Adi Lystanto
D 500 050 036

Dosen Pembimbing :
Dr. Ir. H. Ahmad M. Fuadi, MT
Emi Erawati, ST

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
SURAKARTA
2010**

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Perkembangan industri kimia di Indonesia mulai berkembang terbukti dengan banyaknya industri kimia yang berdiri serta dibukanya kesempatan untuk penanaman modal asing, baik itu industri kimia yang merupakan industri hulu, yaitu memproduksi produk yang merupakan bahan baku bagi industri lain atau industri hilir, yaitu memakai produk dari industri hulu. Hal ini menyebabkan kebutuhan bahan baku, bahan pembantu maupun tenaga kerja semakin meningkat. Salah satu dari industri hilir yang perlu didirikan di Indonesia adalah pabrik Asam benzoat yang produknya digunakan sebagai bahan baku dalam bidang farmasi, kosmetik, pasta gigi, bedak, rokok, lem, dan latex.

Asam benzoat terdapat di alam dalam bentuk turunan seperti garam, ester dan amida. Getah benzoin (*styrax benzoin*) mengandung 20% Asam benzoat atau kombinasinya yang dapat dipecah dengan pemanasan. Resin Acaroid (*Xanthorrhoca haslilis*) mengandung 4,5–7% Asam benzoat. Sejumlah kecil terdapat pada kelenjar bau dari berang-berang, kulit kayu cherry, berry, prem, cengkeh matang dan minyak biji adas. Balsam dari Peru dan Tolu mengandung benzyl benzoat dan juga Asam benzoat. Urin dari binatang herbivora mengandung sejumlah kecil glisin yang merupakan turunan Asam benzoat, asam hippurat. Sehingga dapat dikatakan bahwa Asam benzoat dalam bentuk murni tidak terdapat di alam. (Kirk-Othmer, 1992)

Asam benzoat umumnya diproduksi dari toluena yang direaksikan dengan oksigen pada kondisi operasi tertentu. Bahan-bahan tersebut mudah diperoleh, karena bahan toluena tersebut diproduksi di Indonesia

Dengan didirikannya pabrik Asam benzoat di Indonesia berarti:

1. Mengurangi jumlah *import* yang berarti menghemat devisa negara
2. Sebagai pemasok bahan baku bagi industri peledak

3. Membuka lapangan kerja baru
4. Memacu pertumbuhan industri lain yang memerlukan Asam benzoat sebagai bahan baku dasar.

1.2 Kapasitas perancangan pabrik

Penentuan kapasitas pabrik suatu industri diupayakan dengan memperhatikan segi teknis, finansial dan ekonomis. Dari segi teknik, industri Asam benzoat yang direncanakan memperhatikan peluang pasar, segi ketersediaan dan kontinuitas bahan baku, selain itu juga fasilitas lain yang mempengaruhi seperti sarana transportasi dan sebagainya.

1. Proyeksi Kebutuhan Asam benzoat di Indonesia

Kebutuhan Asam benzoat dalam negeri terus meningkat. Untuk memenuhi kebutuhan akan Asam benzoat sampai saat ini harus melalui impor luar negeri. Data kebutuhan Asam benzoat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data *Import* Asam benzoat

No	Tahun	Jumlah (ton)	Value (US \$)
1.	1998	2.605,781	3.389.437
2.	1999	3.222,943	2.574.546
3.	2000	4.537,013	3.868.683
4.	2001	4.348,882	3.373.479
5.	2002	5.228,425	4.057.197

(Biro Pusat Statistik Semarang, 2002)

2. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku utama Asam benzoat adalah toluen. Kebutuhan toluen dapat dipenuhi dari Pertamina Unit *Refinery* IV Cilacap. Data produksi toluen di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Produksi Toluena di Indonesia

No	Tahun	Jumlah (ton)
1.	2000	113.750
2.	2001	131.250
3.	2002	148.750
4.	2003	175.000

(Industri Petrokimia, 2003)

3. Kapasitas Potensial

Dari literatur diperoleh data kapasitas yang menguntungkan untuk Asam benzoat berdasarkan pabrik yang telah ada antara 32.500-80.000 ton/tahun.

Tabel 3. Kapasitas Produksi Pabrik Asam benzoat

No	Produsen	Kapasitas (ton/tahun)
1.	<i>Kalama Chemical, Kalama, Washington</i>	80.000
2.	<i>Chatterton Petrochemical, Delta, B.C, Canada</i>	65.000
3.	<i>Velsicol Chemical, Chattanooga, Tennessee</i>	32.500

(Kirt-Othmer, 1992)

Dengan mempertimbangkan hal-hal di atas maka dalam menentukan perancangan pabrik Asam benzoat ini, ditetapkan kapasitas 34.150 ton/tahun dengan pertimbangan:

1. Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri yang diperkirakan terus mengalami kenaikan dan sisa produk dapat di *eksport* sehingga menambah devisa negara
2. Dapat memberikan keuntungan karena kapasitas perancangan masuk *range* kapasitas yang disyaratkan secara ekonomi menguntungkan.

1.3 Lokasi Pabrik

Lokasi suatu pabrik merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan pabrik yang akan didirikan. Lokasi pabrik harus dipertimbangkan berdasarkan teknis pengoperasian pabrik serta sudut ekonomis dari perusahaan tersebut. Daerah operasi pabrik akan ditentukan oleh faktor utama, sedangkan lokasi pabrik akan ditentukan oleh beberapa faktor.

Dengan mempertimbangkan faktor-faktor diatas, maka direncanakan untuk mendirikan pabrik Asam benzoat di daerah Cilacap, Propinsi Jawa Tengah, dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Bahan Baku

Bahan utama pabrik Asam benzoat adalah toluena dan udara, dimana udara dapat diperoleh dengan mudah dari sekeliling. Sedangkan toluena dapat dipenuhi dari Pertamina Unit *Refinery* IV Cilacap.

2. Pemasaran

Kebutuhan Asam benzoat yang selama ini diimport dari luar negeri, akan dapat terpenuhi dengan berdirinya pabrik ini. Jadi pemasaran hasil produksinya tidak mengalami kesulitan, apalagi didukung lokasi yang strategis.

3. Transportasi

Daerah Cilacap merupakan daerah Industri yang telah berkembang sehingga sarana transportasi darat saat ini telah memadai, sedangkan transportasi laut dapat dilakukan di Pelabuhan Tanjung emas Semarang. Hal ini sangat mempermudah pelayanan pengangkutan hasil produksi ke berbagai daerah maupun negara.

4. Tenaga Kerja

Tenaga kerja tetap dan borongan dapat diperoleh dari penduduk setempat, dan dapat juga dari daerah sekitar Jawa Tengah.

5. Peraturan Pemerintah dan Daerah

Menurut Peraturan pemerintah dan peraturan daerah ini merupakan kawasan industri.

6. Utilitas

Utilitas dan sarana penunjang lainnya dapat diperoleh dengan mudah karena daerah Cilacap merupakan kawasan industri.

7. Tanah dan iklim

Tanah cukup datar dan iklim yang cukup stabil pula, sehingga tidak terjadi masalah. Selain itu besar kemungkinan perluasan pabrik dengan adanya lahan yang luas.

8. Keadaan lingkungan masyarakat

Keadaan masyarakat di lingkungan lokasi pabrik akan sangat mempengaruhi pendirian suatu pabrik. Berdasarkan pengamatan di sekitar

lokasi pabrik sudah terdapat fasilitas-fasilitas yang memungkinkan karyawan hidup dengan layak.

1.4 Tinjauan Pustaka

1.4.1. Macam-Macam Proses

Asam benzoat yang dikenal juga sebagai asam benzena karboksilat dengan rumus kimia C_6H_5COOH merupakan senyawa kimia organik golongan asam karboksilik aromatis.

Ada 3 macam proses dalam pembuatan Asam benzoat.

1. Proses *Decarboxylasi phthalic anhydride*



Dalam proses ini *phthalic anhydride* mengalami *decarboxylasi*, setelah direaksikan dengan *steam* dalam suatu *batch kettle* tertutup yang dilengkapi dengan pengaduk. Agar reaksi tersebut berjalan sempurna, maka ditambahkan katalis sebanyak 2-6% berat dari *phthalic anhydride* yang masuk reaktor. Katalis yang dipergunakan adalah *Sodium dichromate* yang mengandung sedikit nikel oksida dan disodium phtalat.

Mula-mula campuran *phthalic anhydride* dan katalis dalam reaktor dipanaskan sampai suhu di atas 200°C , kemudian *steam* diinjeksikan sambil dilakukan pengadukan pada reaktor agar *steam* terdispersi merata. Untuk 100 bagian *phthalic anhydride* diperlukan *steam* dengan rata-rata 2-20 bagian/jam.

Karena reaksi bersifat eksoterm, maka diperlukan *reflux* kondensor untuk mengembalikan air, Asam phtalat dan Asam benzoat yang terbentuk. Gas yang keluar dari kondensor sebagian besar terdiri dari CO_2 dan sisanya adalah uap air dan Asam benzoat.

Reaksi ini berlangsung beberapa saat, sampai kandungan *phthalic anhydride* kurang dari 5%. Asam benzoat yang diperoleh selanjutnya dipisahkan dengan cara distilasi. Hasil yang diperoleh pada proses ini sebesar 80-85% dari *phthalic anhydride* yang ada.

2. Proses hidrolisis benzotriklorida

Reaksi :



Toluena diklorinasi dengan bantuan sinar matahari pada 100-150°C sampai berat jenis larutan tersebut mencapai 1,375 sampai 1,385 gr/cm³ pada suhu 20°C untuk menghasilkan benzotriklorida kasar.

Sebagian kecil alkali dapat ditambahkan pada hasil reaksi untuk menetralkan sebagian sisa HCl yang biasanya diabsorpsi dalam air untuk mendapatkan asam klorida.

Benzotriklorida dan katalisator yang telah dimurnikan kemudian diumpankan pada hidrolisis tingkat I, yang bereaksi dengan Asam benzoat membentuk *benzoyl chloride*. Penghidrolisis II dibagi menjadi dua aliran, yang satu dikembalikan ke hidrolisator I untuk menghasilkan *benzoyl chloride* yang lebih banyak dan yang lainnya dimurnikan atau untuk membuat Asam benzoat. Asam benzoat yang dihasilkan sebesar 74-80% berat benzotriklorida.

3. Proses oksidasi toluena



Toluena dan katalis *cobalt naphenate* dialirkan ke dalam reaktor lewat atas, bersamaan dengan itu dialirkan udara dari kompresor lewat bawah reaktor.

Reaksi ini terjadi dalam reaktor yang beroperasi pada suhu 136-160°C dan tekanan 2-7 atm. Setelah konversi reaksi 50% dicapai, kemudian dialirkan ke dalam menara distilasi, dimana toluena yang tidak bereaksi dilewatkan dekanter untuk memisahkan toluena dan air sebelum dikembalikan ke reaktor. Sedangkan hasil bawah menara distilasi dialirkan ke kristaliser untuk memperoleh kristal Asam benzoat.

(McKetta and Cunningham, 1977)

1.4.1 Kegunaan Produk

Penggunaan Asam benzoat dapat ditemukan sebagai bahan pengawet makanan, sedang penggunaan pada bahan bukan makanan dapat digunakan dalam bidang farmasi, kosmetik, pasta gigi, bedak, rokok, lem, dan latex.

Asam benzoat dapat dipergunakan sebagai bahan pengawet makanan karena Asam benzoat bisa menghalangi pertumbuhan bakteri. Biasanya penggunaan Asam benzoat sebesar 0,1%. Kadar racun dalam Asam benzoat sangat rendah, namun dosis yang besar akan menimbulkan kerusakan pencernaan dengan mual dan muntah, dalam beberapa kasus yaitu penggunaan Asam benzoat sebesar 6-8 gram dikonsumsi dalam sehari. Asam benzoat sekarang dapat ditemukan sebagai pengawet dalam makanan saos, acar, sari buah apel, jus buah-buahan, sirup, mentega, ikan asin, minuman berkarbon dalam botol dan buah-buahan yang diawetkan sebagai selai dan jelli.

Mekanisme penghambatan mikroba oleh Asam benzoat yaitu mengganggu permeabilitas membran sel, struktur sistem genetik mikroba, dan mengganggu enzim intraseluler. Benzoat yang umum digunakan adalah benzoat dalam bentuk garamnya karena lebih mudah larut dibanding asamnya.

(Siaka, 2009)

1.4.2 Sifat Bahan Baku dan Produk

1. Bahan Baku

1.1 Toluena

Menurut pengertian umum, toluena yang dimaksud adalah toluena teknis yaitu senyawa hidrokarbon aromatis yang berupa cairan jernih mudah menguap, mudah terbakar, dengan rumus kimia $C_6H_5CH_3$.

Sifat-sifat toluena :

- Berat molekul, g/gmol = 92,141
- Rumus molekul = $C_6H_5CH_3$

- Titik didih, °C = 110,63
- Titik beku, °C = -94,97
- Densitas
 - 20°C, gr/cc = 0,86694
 - 25°C, gr/cc = 0,86230
- Panas penguapan (Hv), kkal/kmol = 7924,84
- Panas pembentukan
 - (ΔH°_{f298}), kkal/kmol = 11982,9
 - (ΔH°_{f298}), kkal/kmol = 29186,9
- Panas peleburan, kkal/mol = 1,582

1.2 Udara

Zat pengoksidasi O₂ diperoleh dari udara bebas, dimana bahan baku udara yang dipakai mempunyai komposisi :

- 79 % mol N₂
- 21 % mol O₂

Sifat-sifat udara :

- Berat molekul, g/gmol = 28,84
- Panas jenis (Cp), 25°C, kkal/g°C = 0,25

1.3 Katalis *Cobalt Naphthenate*

Sifat-sifat katalis :

- Rumus molekul = Co(C₁₁H₁₀O₂)₂
- Berat molekul, g/gmol = 407
- Densitas, g/cm³ = 0,9
- *Melting point*, °C = 140

2. Produk

Hasil dari proses ini menghasilkan Asam benzoat dimana sifat-sifat Asam benzoat :

- Berat molekul, g/gmol = 122,123
- Rumus molekul = C₆H₅COOH
- Titik didih, °C = 249,25
- Titik lebur, °C = 122,37

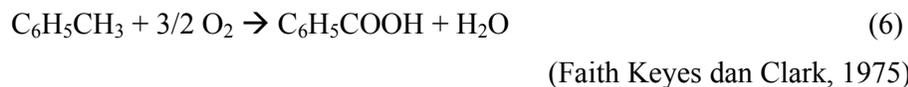
- Panas peleburan, J/mol	= 18,00
- Panas pembakaran, J/mol	= 3.266,39
- Panas pembentukan (solid), kJ/mol	= -385,19
- Panas penguapan, kal/g	= 126
- Panas pembentukan (ΔH°_{f298}), kkal/kmol = -69312,9 (ΔH°_{f298}), kkal/kmol = -50255,4	
- Densitas, Cairan, g/cc (24°C)	= 1,029
Padat, g/cc (180°C)	= 1,316
- Viskositas, pada 122,5°C	= 1,67 cP
130°C	= 1,26 cP

(Kirt-Othmer, 1992)

1.5 Tinjauan Proses Secara Umum

Pembuatan Asam benzoat dari reaksi oksidasi toluena. Kondisi reaktan toluena berupa cairan dan gas untuk udara.

Reaksi :



Reaksi ini terjadi dalam reaktor gelembung yang beroperasi pada suhu 136-160°C dan tekanan 2-7 atm. Toluena dan katalis *cobalt naphthenate* dialirkan kedalam reaktor lewat atas, bersamaan dengan itu dialirkan udara dari kompresor lewat bawah reaktor.

Setelah konversi reaksi 50% dicapai campuran reaksi dimasukkan ke dalam menara distilasi, dimana toluena yang tidak bereaksi dilewatkan dekanter sebelum dikembalikan ke reaktor. Sedangkan hasil bawah menara distilasi dialirkan ke kristaliser untuk memperoleh kristal Asam benzoat.