



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Di era global seperti sekarang ini, pembangunan disekitar industri mengalami perkembangan yang sangat cepat termasuk didalamnya pembangunan disub sektor industri kimia. Seiring dengan pesatnya perkembangan industri khususnya industri plastik kebutuhan akan *plasticizer* semakin meningkat mengikuti perkembangannya.

Dewasa ini, salah satu industri kimia yang berkembang dengan pesat adalah industri bahan polimer yang menghasilkan berbagai jenis produk plastik, serat sintetis, karet sintetis, dan sebagainya.

Tricresyl phosphate (TCP) merupakan senyawa organik dengan rumus molekul $(\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{O})_3\text{PO}$ yang digunakan sebagai *plasticizer* (bahan pelunak), pelarut bahan selulose asetat maupun *cable coating* (pelapis kabel), gasoline aditif, lubricant (bahan pelumas). Bentuk dan wujud *tricresyl phosphate* berupa cairan kental, tidak berwarna, tidak berbau, tidak larut dalam air, larut dalam cairan organik dan tidak menyerap air.

Di Indonesia industri *tricresyl phosphate* belum ada. selama ini *tricresyl phosphate* masih di impor dari Amerika dan Jepang. Dalam perancangan ini digunakan *cresol* dan *phosphorus oxychloride* sebagai bahan baku untuk *tricresyl phosphate*.

Dengan diproduksinya *tricresyl phosphate* diharapkan bisa memenuhi kebutuhan *tricresyl phosphate* di Indonesia. Disamping itu dengan didirikannya pabrik *tricresyl phosphate* dapat membuka lapangan kerja baru dan diharapkan dapat memacu berdirinya pabrik-pabrik lain yang menggunakan *tricresyl phosphate*.

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tersebut diatas maka pabrik ini layak didirikan di Indonesia. Kehadiran pabrik *tricresyl phosphate* di Indonesia akan mendatangkan beberapa keuntungan, antara lain :



- a. Menghemat devisa negara, produk *tricresyl phosphate* segera mungkin dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri sehingga mengurangi ketergantungan impor.
- b. Membuka peluang bagi didirikannya industri lain yang menggunakan *tricresyl phosphate* sebagai bahan baku.
- c. Membantu usaha alih teknologi karena pabrik yang didirikan memerlukan banyak tenaga ahli dan terdidik.
- d. Membuka lapangan kerja baru dalam rangka mengurangi pengangguran dan kemiskinan.
- e. Selain itu pendirian pabrik ini bertujuan untuk diversifikasi produk menjadi bahan yang mempunyai nilai ekonomi yang tinggi sehingga akan menunjang pendapatan negara.

1.2 Penentuan kapasitas Rancangan Pabrik

Ada beberapa pertimbangan dalam pemilihan kapasitas pabrik. *tricresyl phosphate*. Penentuan kapasitas pabrik *tricresyl phosphate* dengan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut :

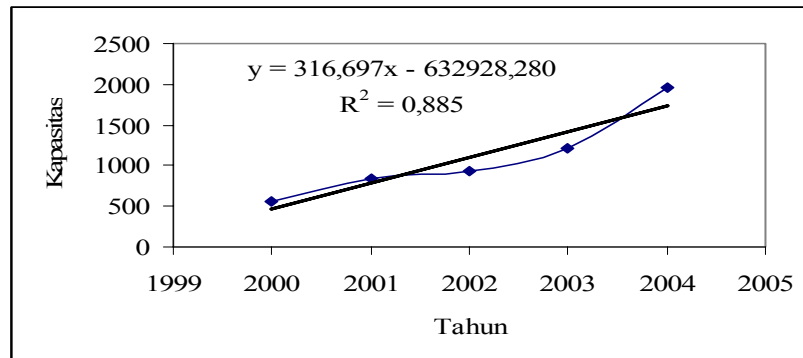
1. Prediksi kebutuhan *tricresyl phosphate*

Dengan semakin berkembangnya industri plastik, maka untuk kebutuhan *tricresyl phosphate* diperkirakan akan terus meningkat. Data import *tricresyl phosphate* menurut data statistik dari tahun 2000-2004 adalah sebagai berikut:

Tabel 1.1 Data kebutuhan impor *tricresyl phosphate*

| Tahun | Impor (ton) |
|-------|---------------|
| 2000 | 561,35 |
| 2001 | 831,37 |
| 2002 | 937,45 |
| 2003 | 1209,76 |
| 2004 | 1955,64 |

Sumber : Badan Pusat Statistik Semarang, 2004



Gambar 1. Grafik Hubungan antara Tahun ke- dengan Kebutuhan impor *Tricresyl Phosphate*

Pada tahun 2010 diperkirakan kebutuhan *Tricresyl Phosphate* mencapai:

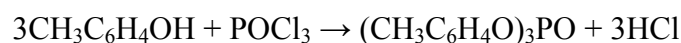
$$\begin{aligned}y &= 316,697(2010) - 632.928,280 \\ &= 3.632,69 \text{ ton/tahun.}\end{aligned}$$

2. Ketersediaan Bahan Baku

Untuk menjamin kontinuitas produksi pabrik bahan baku harus mendapat perhatian serius secara periodik dalam jumlah yang cukup. Bahan baku yang di gunakan dalam proses pembuatan *tricresyl phosphate* adalah *cresol* dan *phosphorus oxychloride*.

Bahan baku pembuatan TCP adalah *cresol* diperoleh dari PT. Anugrah Niaga Mandiri, Indonesia dan *phosphorus oxychloride* yang masih diimpor dari luar negeri seperti : Amerika, Jepang, China.

Dari reaksi yang terjadi,kebutuhan bahan baku *cresol* dan *phosphorus oxychloride* adalah sebagai berikut:



Dengan data-data diatas maka dapat disimpulkan bahwa kapasitas produksi bahan baku dapat memenuhi kebutuhan pabrik TCP.

3. Kapasitas komersial

Dalam menentukan besar kecilnya kapasitas pabrik *tricresyl phosphate* yang akan dirancang, kita harus mengetahui dengan jelas kapasitas pabrik yang sudah beroperasi dalam pembuatan *tricresyl phosphate*. Pabrik *tricresyl phosphate* yang telah berdiri di luar negeri



adalah di negara China, kapasitas produksi mencapai 800 - 1.000 ton per tahun, Negara Jepang 33.000 ton per tahun, dan USA mencapai 54.000 ton per tahun. (www.tricresyl_phosphate.com)

Berdasarkan data pabrik yang telah ada maka di pilih kapasitas rancangan 20.000 ton per tahun. Dengan kapasitas tersebut diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri.

1.3 Penentuan Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi suatu perusahaan sangat penting dalam perancangan pabrik karena hal ini berhubungan langsung dari nilai ekonomis pabrik yang akan dibangun. Pabrik *tricresyl phosphate* ini direncanakan akan dibangun di daerah Citeureup, Jawa Barat. Ada beberapa faktor yang harus diperhatikan untuk menentukan lokasi pabrik yang akan dirancang secara teknis dan ekonomis menguntungkan.

1. Faktor Primer

a. Penyediaan bahan baku

Kriteria penilaian dititik beratkan pada kemudahan memperoleh bahan baku. Dalam hal ini, bahan baku *cresol* diperoleh dari PT. Anugrah Niaga Mandiri, Indonesia dan POCl_3 diperoleh *Great Lake Chemical, Nitro, USA.*.

b. Pemasaran produk

Faktor yang perlu diperhatikan adalah letak wilayah pabrik yang membutuhkan *tricresyl phosphate* dan jumlah kebutuhannya. Daerah Citeureup merupakan daerah yang strategis untuk pendirian suatu pabrik karena lokasinya cukup strategis untuk didirikan sebuah industri *tricresyl phosphate*.

c. Sarana transportasi

Sarana dan prasarana transportasi sangat diperlukan untuk proses penyediaan bahan baku dan pemasaran produk. Dengan adanya



fasilitas jalan raya, dekat dengan bandara maka pemilihan lokasi di Citeureup sangat tepat.

d. Tenaga kerja

Tersedianya tenaga kerja yang terampil mutlak diperlukan untuk menjalankan mesin-mesin produksi. Dan tenaga kerja dapat direkrut dari daerah Citeureup dan sekitarnya.

e. Penyediaan utilitas

Perlu diperhatikan sarana-saran pendukung seperti tersedianya air, listrik, dan sarana lainnya sehingga proses produksi dapat berjalan dengan baik. Sebagai suatu kawasan industri yang telah direncanakan dengan baik maka unit penyediaan air diambil dari air sungai Cileungsi yang mengalir dekat lokasi pabrik *tricresyl phosphate* sedangkan unit penyediaan listrik diambil dari PLN dan generator sebagai cadangan.

2 Faktor Sekunder

a. Perluasan areal pabrik

Citeureup memiliki kemungkinan untuk perluasan pabrik karena mempunyai areal yang cukup luas. Hal ini perlu diperhatikan karena dengan semakin meningkatnya permintaan produk akan menuntut adanya perluasan pabrik.

b. Karakteristik lokasi

Karakteristik lokasi menyangkut iklim didaerah tersebut, yang tidak rawan terjadinya banjir, serta kondisi sosial masyarakatnya. Dalam hal ini Citeureup bisa digunakan sebagai lokasi pendirian pabrik *tricresyl phosphate*.

c. Kebijakan pemerintah

Pendirian pabrik perlu memperhatikan beberapa faktor kepentingan yang terkait didalamnya, kebijaksanaan pengembangan industri, dan hubungannya dengan pemerataan kesempatan kerja, kesejahteraan, dan hasil-hasil pembangunan. Di samping itu, pabrik yang didirikan



juga harus berwawasan lingkungan, artinya keberadaan pabrik tersebut tidak mengganggu atau merusak lingkungan sekitarnya.

d. **Kemasyarakatan**

Dengan masyarakat yang akomodatif terhadap perkembangan industri dan tersedianya fasilitas umum untuk hidup bermasyarakat, maka lokasi di Citeureup dirasa tepat.

Dari pertimbangan faktor-faktor di atas, maka dipilih daerah Citeureup Propinsi Jawa Barat sebagai pendirian pabrik *tricresyl phosphate*.

1.4 Tinjauan Pustaka

1.4.1 Macam-Macam Proses Pembuatan *Tricresyl Phosphate*

Tricresyl phosphate dapat dibuat melalui beberapa proses berdasarkan bahan baku yang bervariasi. Berdasarkan bahan baku ada 2 proses komersial yang di pakai untuk memproduksi *tricresyl phosphate* yaitu :

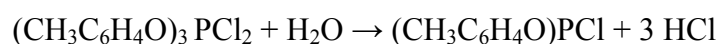
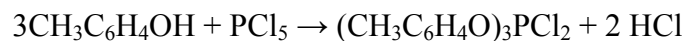
1. Proses dengan bahan baku *cresol* dan *phosphorus pentachloride*
2. Proses dengan bahan baku *cresol* dan *phosphorus oxychloride*

Uraian kedua proses diatas adalah sebagai berikut :

1. Proses dengan bahan baku *cresol* dan *phosphorus pentachloride*

Salah satu proses dalam pembuatan *tricresyl phosphate* adalah dengan mereaksikan senyawa *cresol* dengan *phosphorus pentachloride*
(U.S Patent,1938)

Reaksinya adalah sebagai berikut :



Prinsip dalam pembuatan *tricresyl phosphate* dengan bahan baku *cresol* dan *phosphorus pentachloride* adalah sebagai berikut :

Cresol dimasukkan ke dalam reaktor kemudian ditambahkan PCl_5 secara perlahan. Penambahan secara kontinyu dengan laju alir 5 lb per menit untuk 900 lb *cresol*. Air hangat yang berisi sejumlah uap air



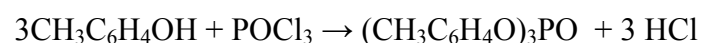
dihembuskan ke dasar reaktor. Panas reaktor didapat dari reaksi eksothermis dan temperatur dipelihara pada suhu 80°C dengan cara mengatur laju alir penambahan PCl_5 . Setelah semua PCl_5 dimasukkan laju udara dari uap air dilanjutkan sampai reaksi hidrolisis sempurna. HCl yang diperoleh diambil dan dipindahkan ke sistem *recovery*. *Tricresyl phosphate* mentah kemudian dipindahkan dari reaktor dan dimurnikan. Konversi yang diperoleh sekitar 85 sampai 90 % dengan basis berat cresol.

(Faith dkk,1957)

Kerugian dari proses ini adalah :

- a. Harga bahan baku (PCl_5) lebih mahal dibandingkan dengan menggunakan bahan baku POCl_3
 - b. Kebutuhan air untuk reaksi lebih banyak sehingga kurang efisien
 - c. Proses ini belum banyak yang digunakan dalam pabrik *tricresyl phosphate*
2. Proses dengan bahan baku *cresol* dan *phosphorus oxychloride*

Proses inilah yang sejauh ini diketahui sebagai proses yang dilakukan untuk pabrikasi. Reaksinya adalah sebagai berikut :



yield yang diperoleh sekitar 88% dengan basis berat cresol.

1.4.2 Kegunaan produk

Produk *tricresyl phosphate* banyak digunakan dalam industri kimia antara lain digunakan dalam :

1. Industri Plastik pembungkus makanan
2. industri plastik transparan
3. Industri pelumas (cairan fungsional) dan zat aditif pada minyak pelumas
4. Industri pelapis kabel (*cable coating*)



5. Industri cairan tahan api (produk)
6. Sebagai anti oksidan dan stabilizer dalam industri plastik

1.4.3 Sifat fisik dan kimia bahan baku dan produk

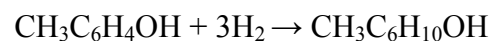
a. Bahan baku

1. Cresol

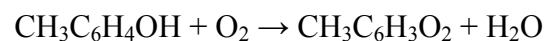
- a.) Rumus Molekul : C_7H_8O
- b.) Berat molekul : 108,14 kg/kgmol
- c.) Kenampakan : cair
- d.) Densitas : $1,837 \text{ g/cm}^3$
- e.) Titik lebur : $10,9 \text{ }^\circ\text{C}$
- f.) Titik didih : $201,94 \text{ }^\circ\text{C}$
- g.) Viskositas : 8 cP
- h.) Temperatur kritis : $430 \text{ }^\circ\text{C}$
- i.) Tekanan kritis : 45 atm

Sifat kimia *cresol* :

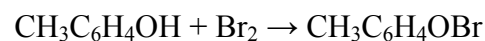
a. Hidrogenasi



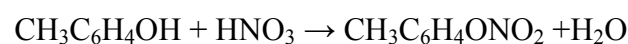
b. Oksidasi



c. Substitusi cresol dengan halogen



d. Nitrasi



(Kirk and Othmer, 1994)

2. Phosphorus Oxychloride

- a.) Rumus Molekul : POCl_3
- b.) Berat molekul : 153,33 kg/kgmol
- c.) Kenampakan : cair

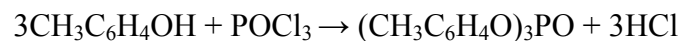


-
- | | | |
|-----|-------------------------|---------------------------|
| d). | Densitas | : 1,837 g/cm ³ |
| e). | Kapasitas Panas | : 0,4518 kal/g .°C |
| f). | Titik beku | : 1,25 °C |
| g). | Titik didih | : 105,8 °C |
| h). | <i>Specific gravity</i> | : 1,645 |
| i). | Viskositas | : 1,2 cP |
| j). | Suhu kritis | : 390 °C |
| k). | Tekanan kritis | : 76 atm |

Sifat kimia *phosphorus oxichloride*

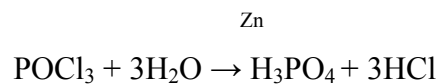
1. POCl₃ bereaksi dengan *cresol* membentuk *tricresyl phosphate* dan HCl

Reaksi :



2. POCl₃ dalam air akan terurai atau terhidrolisis

Reaksi :



(Kirk and Othmer, 1994)

b. Produk utama

Tricresyl Phosphate

- | | | |
|-----|-------------------------|--|
| a). | Rumus molekul | : C ₂₁ H ₂₁ O ₄ P |
| b). | Berat molekul | : 368,37 kg/kgmol |
| c). | Titik Didih | : 240 °C |
| d). | Titik beku | : -35 °C |
| e). | Kenampakan | : Cairan kekuning-kuningan |
| f). | <i>specific gravity</i> | : 1,185 |
| g). | Viskositas | : 7 cP |
| h). | Temperatur kritis | : 625 °C |
| i). | Tekanan kritis | : 12 atm |



c. Produk samping

Asam klorida

- a) Rumus Molekul : HCl
- b) Berat molekul : 36,46 kg/kgmol
- c) Titik lebur : -70 °C
- d) Titik didih : 110 °C
- e) *Specific gravity* : 1,18
- f) Wujud : Cair
- g) Tidak berwarna, transparan

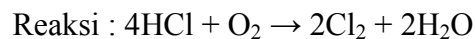
Sifat kimia :

- a. HCl bereaksi dengan methanol pada suhu 340 – 350 °C membentuk methyl klorida



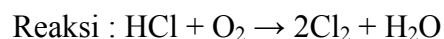
- b. The Deacon Process

Oksidasi fase uap dengan udara/oksigen dengan katalis mangan pada suhu optimum 430 – 475°C



- c. Reaksi dengan zat pengoksidasi

HCl dan O₂ bereaksi dalam keadaan gas menghasilkan klorin



1.4.4 Tinjauan proses secara umum

Diskripsi Proses :

Reaksi pembentukan *tricresyl phosphate* merupakan reaksi esterifikasi dari *cresol* dan *phosphorus oxychloride* yaitu suatu reaksi substitusi ion hydrogen dengan gugus PO dari *phosphorus oxychloride*. Mekanisme penggantian ion hydrogen dengan gugus PO dapat berlangsung dengan baik. Dengan adanya reaksi substitusi tersebut akan terbentuk asam klorida (HCl) sebagai hasil samping. Reaksi terjadi dalam reaktor alir tangki berpengaduk yang terdiri dari 3 reaktor yang disusun secara seri. Reaksi bersifat eksotermis dengan reaksi :

