

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 di sub 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 selulosa 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 diproduksi *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 *tricrosyl phosphate* segera mungkin dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri sehingga mengurangi ketergantungan import.
- b. Membuka peluang bagi didirikannya industri lain yang menggunakan *tricrosyl 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.

1.3 Kapasitas Rancangan Pabrik

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

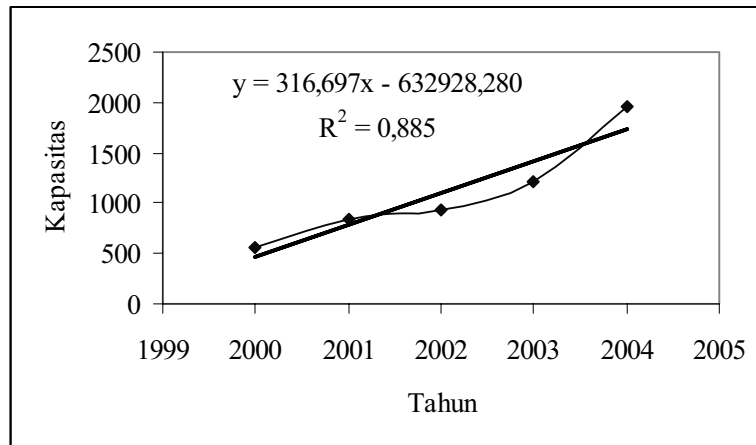
1. Prediksi kebutuhan *tricrosyl phosphate*

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

Tabel 1.1 Data kebutuhan impor *tricrosyl 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 *triclesyl phosphate*

Pada tahun 2010 diperkirakan kebutuhan *triclesyl phosphate* mencapai:

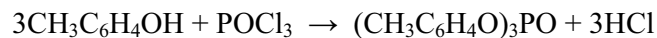
$$y = 316,697(2010) - 632.928,280 = 3.632,69 \text{ ton/tahun.}$$

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 *triclesyl 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, Cina, Jepang, Jerman, dan Malaysia

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 *triclesyl phosphate* yang akan dirancang, kita harus mengetahui dengan jelas

kapasitas pabrik yang sudah beroperasi dalam pembuatan *triclesyl phosphate*. Pabrik *triclesyl 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.triclesylphosphate.com.)

Dari pertimbangan-pertimbangan diatas maka kapasitas produksi pabrik *triclesyl phosphate* dipilih sebesar 25.000 ton /tahun. Dengan kapasitas tersebut diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri.

1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi suatu perusahaan sangat penting dalam perancangan pabrik karena hal ini berhubungan langsung dari nilai ekonomis pabrik yang akan dibangun. Pabrik *triclesyl 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 *triclesyl phosphate* dan jumlah kebutuhannya. Daerah Citeureup merupakan daerah yang strategis untuk pendirian suatu pabrik karena lokasinya cukup strategis untuk didirikan sebuah industri *triclesyl 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 *tricrosyl 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 *tricrosyl 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 *triclesyl phosphate*.

1.4 Tinjauan Pustaka

1.4.1 Macam-Macam Proses Pembuatan Triclesyl Phosphate

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

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

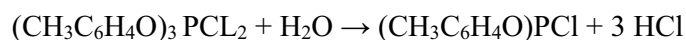
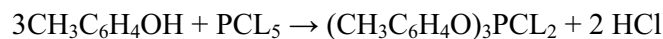
Uraian kedua proses diatas adalah sebagai berikut :

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

Salah satu proses dalam pembuatan *triclesyl phosphate* adalah dengan mereaksikan senyawa *cresol* dengan *phosphorus pentachloride*

(U.S Patent,1938)

Reaksinya adalah sebagai berikut :



Prinsip dalam pembuatan *triclesyl 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

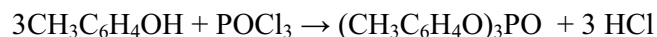
air dihembuskan ke dasar reaktor. Panas reaktor didapat dari reaksi eksothermis dan temperature dipelihara pada suhu 80°C dengan cara mengatur laju alir penambahan PCl₅. Setelah semua PCl₅ dimasukkan laju udara dari uap air dilanjutkan sampai reaksi hidrolisis sempurna. HCl yang diperoleh diambil dan dipindahkan ke system 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 (PCl₅) lebih mahal dibandingkan dengan menggunakan bahan baku POCl₃
 - b. Kebutuhan air untuk reaksi lebih banyak sehingga kurang efisien
 - c. Proses ini belum banyak yang digunakan dalam pabrik *tricresyl phosphate* (Wazer,1961)
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

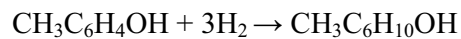
a. Bahan baku

1. *Cresol*

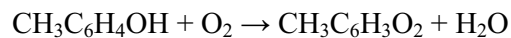
- a). Rumus Molekul : C_7H_8O
- b.) Berat molekul : 108,14 kg/kgmol
- c.) Kenampakan : cair
- d.) Densitas : $1,837 \text{ g/cm}^3$
- e.) Titik lebur : $10,9 \text{ }^\circ\text{C}$
- f.) Titik didih : $201,94 \text{ }^\circ\text{C}$
- g.) Temperatur kritis : $705,8 \text{ }^\circ\text{C}$
- h.) Tekanan kritis : 45 atm
- i.) Viskositas : 8 cP

Sifat kimia *Cresol* :

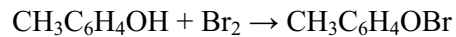
a. Hidrogenasi



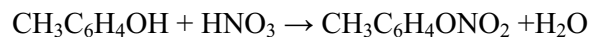
b. Oksidasi



c. substitusi cresol dengan halogen



d. Nitiasi



(Kirk and Othmer, 1994)

2. *Phosphorus Oxychloride*

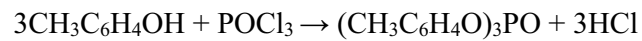
- a). Rumus Molekul : POCl_3
- b.) Berat molekul : 153,33 kg/kgmol
- c.) Kenampakan : cair
- d.) Densitas : $1,837 \text{ g/cm}^3$
- e.) Kapasitas Panas : $0,4518 \text{ kal/g } \cdot \text{ }^\circ\text{C}$
- f.) Titik beku : $1,25 \text{ }^\circ\text{C}$

- g). Titik didih : 105,8 °C
- h). *Specific gravity* : 1,645
- i). Tekanan kritis : 600,7 °C
- j). Temperatur kritis : 76 atm

Sifat kimia *phosphorus oxychloride*:

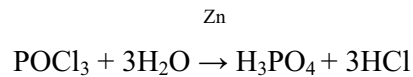
1. POCl₃ bereaksi dengan *cresol* membentuk *tricresyl phosphate* dan HCl

Reaksi :



2. POCl₃ dalam air akan terurai atau terhidrolisis

Reaksi :



(Kirk, and Othmer, 1994)

b. Produk utama

Tricresyl phosphate

- a). Rumus molekul : C₂₁H₂₁O₄P
- b). Berat molekul (g/gmol) : 368,37
- c). Titik Didih : 420 °C
- d). Titik beku : -35 °C
- e). Kenampakan : Cairan kekuning-kuningan
- f). Viskositas : 50 Cp
- g). *specific gravity* (20 °C) : 1,185
- h). Temperatur Kritis : 624,95 °C
- i). Tekanan kritis : 12,63 atm

c. Produk samping

Asam Klorida

- a) Rumus Molekul : HCl
- b) Berat molekul (g/gmol) : 36,46

- c) Titik lebur : -70°C
- d) Titik didih : 110°C
- e) *Specific gravity* : 1,18
- f) Temperatur kritis : $51,4^{\circ}\text{C}$
- g) Tekanan kritis : 81,5 atm
- h) Wujud : Cair
- i) Tidak berwarna (transparan), Larut dalam alkohol dan air

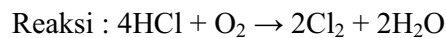
Sifat kimia :

- a. HCl bereaksi dengan methanol pada suhu $340 - 350^{\circ}\text{C}$ membentuk *methyl chloride*



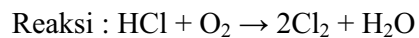
- b. *The Deacon Process*

Oksidasi fase uap dengan udara/oksigen dengan katalis mangan pada suhu optimum $430 - 475^{\circ}\text{C}$



- c. Reaksi dengan zat pengoksidasi

HCl dan O_2 bereaksi dalam keadaan gas menghasilkan chlorine



1.4.4 Tinjauan proses secara umum

Diskripsi Proses :

Reaksi pembentukan *triclesyl 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 khlorida (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 :

