

BAB 1

PEMBAHASAN UMUM

1.1 Pendahuluan

Indonesia sebagai negara berkembang tengah berupaya memperbaiki kondisi ekonominya. Salah satu upaya untuk mendorong pertumbuhan ekonomi adalah dengan meningkatkan pendapatan nasional melalui sektor industrialisasi, terutama di bidang industri kimia yang menunjukkan perkembangan pesat, baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Oleh karena itu, pengembangan industri kimia dalam negeri menjadi penting agar mampu bersaing secara global. Saat ini, kebutuhan bahan kimia di Indonesia masih banyak dipenuhi melalui impor. Dengan membangun industri kimia di dalam negeri, diharapkan ketergantungan terhadap produk impor dapat dikurangi, sekaligus membuka peluang kerja yang luas dan turut berkontribusi dalam menjaga stabilitas ekonomi nasional (Fukuoka, 2019).

Sebagian besar sektor industri sangat bergantung pada bahan kimia untuk proses manufaktur produk, sehingga kebutuhan terhadap elemen pendukung industri juga semakin meningkat, termasuk bahan-bahan tambahan dan penunjang. Salah satu bahan kimia penunjang yang masih sangat dibutuhkan hingga saat ini adalah Fosgen (*Phosgene*). Fosgen merupakan gas yang tidak berwarna, reaktif, tidak mudah terbakar, lebih berat dari udara, dan memiliki bau seperti jerami apek. Fosgen umumnya disimpan dalam bentuk gas pada tekanan tinggi (Taniguchi, 1990).

Menurut Zalewski 2017, Fosgen dengan rumus molekul COCl_2 memiliki potensi yang cukup besar untuk dikembangkan di Indonesia, mengingat banyaknya industri yang menggunakannya dan kebutuhan yang masih bergantung pada impor. Fosgen utamanya digunakan sebagai bahan baku utama dalam sintesis isosianat untuk pembuatan *polyurethane* dan *polycarbonate*. Kedua bahan ini memiliki berbagai aplikasi, seperti pada cakram optik (CD dan DVD), busa otomotif, roda, perabot, hingga sebagai bahan untuk lem. Di samping itu, fosgen juga digunakan dalam industri farmasi, pestisida, dan sebagai agen klorinasi. Fosgen dapat diproduksi melalui reaksi antara karbon monoksida dan gas klorin, sehingga memiliki potensi besar untuk dikembangkan di Indonesia, mengingat semakin banyak industri yang menggunakannya dan kebutuhan yang masih dipenuhi melalui impor dari negara-negara penghasil fosgen. Selain itu, permintaan fosgen di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya.

Keuntungan dari pendirian pabrik tersebut antara lain adalah untuk mengurangi ketergantungan terhadap impor karena penggunaannya di Indonesia masih diimpor dari negara penghasil fosgen, meningkatkan kemandirian industri, sehingga dapat memperkuat daya saing ekonomi nasional. Membuka peluang bagi perkembangan industri dengan bahan baku fosgen, membuka dan mengatasi masalah pengangguran dengan terciptanya lapangan kerja.

1.2 Sejarah dan Perkembangannya

Fosgen *Phosgene* (karbonil diklorida) merupakan senyawa kimia dengan rumus COCl_2 . Gas ini pernah digunakan sebagai senjata kimia pada Perang Dunia I. Fosgen pertama kali disintesis oleh ahli kimia Cornish John Davy (1790–1868)

pada tahun 1812 dengan cara memaparkan campuran karbon monoksida dan klorin ke sinar matahari. Davy memberi nama "fosgen" yang berasal dari bahasa Yunani, "*phos*" yang berarti cahaya, dan "*gennaos*" yang berarti melahirkan, merujuk pada penggunaan cahaya untuk memicu reaksi.

Proses produksi fosgen dilakukan dengan mengalirkan karbon monoksida dan gas klorin murni melalui lapisan karbon aktif berpori yang berfungsi sebagai katalis dalam reaksi eksotermik di dalam reaktor yang didinginkan. Reaksi ini menghasilkan gas tak berwarna yang dikenal sebagai salah satu senjata kimia pertama. Karena sifatnya yang sangat berbahaya, diperlukan tindakan pencegahan yang sangat ketat untuk mengontrol fosgen.

Walaupun fosgen memiliki latar belakang sejarah yang negatif, senyawa ini tetap memberikan kontribusi penting dalam dunia kimia, khususnya dalam sintesis asam amino aktif, peptida, serta berbagai proses produksi di sektor farmasi dan kimia lainnya. Produk antara yang dihasilkan dari fosgen dimanfaatkan dalam pembuatan senyawa aktif farmasi, plastik khusus, pelapis, dan bahan kimia untuk keperluan perlindungan tanaman.

1.3 Proses Pembuatan Fosgen

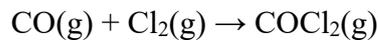
Pembuatan fosgen terdiri atas 2 macam proses, yaitu:

1.3.1 Pengontakan Langsung

Proses pembuatan fosgen dilakukan dalam fase gas dengan cara mereaksikan karbon monoksida dan gas klor menggunakan katalis karbon aktif di dalam reaktor *fixed bed multitube* pada tekanan 5 atm dan suhu 50°C dengan kemurnian produk fosgen sebesar 99,9 %.

Berikut reaksi pada proses Pengontakan langsung berdasarkan patent

(US.2024/0028301):



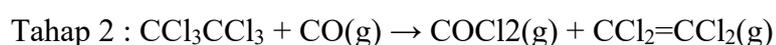
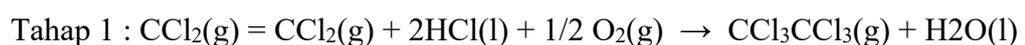
Reaktor dilengkapi dengan sistem pendingin karena reaksi yang berlangsung bersifat eksotermis. Katalisator diletakkan di dalam tabung-tabung reaktor, sedangkan pendingin berada di dalam *shell*. Gas yang keluar dari reaktor akan dikondensasikan untuk menghasilkan fosgen cair, sementara fosgen yang tersisa dan gas yang tidak dapat dikondensasikan akan diproses dengan pelarut untuk mengambil fosgen yang masih ada, sedangkan gas yang tidak dapat dikondensasikan akan dibakar dan dibuang ke atmosfer

1.3.2 Proses Oksiklorinasi

Proses ini berlangsung dalam dua tahap reaksi. Pada tahap pertama, perkloroetilena ($\text{Cl}_2\text{C}=\text{CCl}_2$) bereaksi dengan hidrogen klorida dan oksigen. Reaksi ini dipercepat dengan katalis Deacon (tembaga klorida) menggunakan reaktor tipe multitubular. Reaksi ini bersifat eksotermis dan terjadi pada suhu antara 200°C hingga 375°C dengan tekanan 1 atm dengan kemurnian produk fosgen sebesar 89%.

Pada tahap kedua, heksakloroetana bereaksi dengan karbon monoksida menghasilkan fosgen dan perkloroetilena. Reaksi ini berlangsung pada suhu antara 200°C hingga 400°C , dengan tekanan 1 atm, dan bersifat endotermis. Reaktor yang digunakan adalah jenis multitubular.

Berikut reaksi pada proses Oksiklorinasi berdasarkan patent (US 5,672,747):



Tabel 1. 1 Perbandingan Proses Pembuatan Fosgen (*Phosgene*)

No	Tinjauan	Pengontakan Langsung	Proses Oksiklorinasi
1.	Bahan Baku	Karbon Monoksida dan Klorin	Hidrogen Klorida dan Oksigen
2.	Katalis	Karbon Aktif	Katalis Deacon (tembaga klorida)
3.	Temperatur °C	50	200-300
4.	Instalasi Peralatan	Sederhana	Tidak Sederhana
5.	Tekanan atm	5	1
6.	Yield %	99,9	89
7.	Produk	Gas Fosgen	Gas Fosgen

1.4 Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku, Produk dan Limbah

Dalam Proses pembuatan Fosgen berbahan baku Karbon monoksida (CO) dan Klorin (Cl₂). Berikut merupakan sifat fisika dan kimia dari bahan baku dan produk tersebut.

1.4.1 Bahan Baku

1.4.1.1 Karbon Monoksida (CO)

Rumus Molekul	: CO
Berat Molekul	: 28,01 kg/kgmol
Wujud	: Gas
Warna	: Tidak berwarna
Titik Didih	: -191,2649 °C

Titik Leleh	: -205 °C	
Densitas	: 0,30 g/ml	(Yaws, 1999)
Kemurnian	: 98,50 %	
Impurities	: Hidrogen (1,50%)	

1.4.1.2 Klorin (Cl₂)

Rumus Molekul	: Cl ₂	
Berat Molekul	: 70,91 kg/kgmol	
Wujud	: Gas	
Warna	: Kuning kehijauan	
Titik Didih	: - 34,03 °C	
Titik Leleh	: -101°C	
Densitas	: 0,573 g/ml	(Yaws, 1999)
Kemurnian	: 99,50 %	
Impurities	: Hidrogen (0,50%)	

1.4.1.2 Katalis Karbon Aktif

Bentuk Kristal	: Granular	
Luas permukaann	: 700 m ² /g	
Volume	: 0,5	
Porositas	: 0,3000	
Diameter	: 2 nm	
Densitas	: 0,0665	(Advanced Chemical Supplier)

1.4.1.3 Gas Hidrogen

Rumus Molekul	: H ₂
---------------	------------------