

**PRA RENCANA  
PABRIK PEMBUATAN PHOSGENE  
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**



**SKRIPSI**

**Dibuat untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

**OLEH :**

**YESSICA PUTERI ANTONIUS**

**03031281419098**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2019**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN  
PHOSGENE KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat  
memperoleh gelar Sarjana

Oleh:

Yessica Puteri Antonius

03031281419098

Indralaya, September 2019

Pembimbing,

Ir. Hj. Rosdiana Moeksin, M.T  
NIP. 195608311984032002

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. Ir. H. Syaful, DEA  
NIP. 195810031986031003


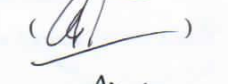



## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul “Pra Rencana Pabrik Pembuatan Phosgene Kapasitas 50.000 Ton/Tahun” telah dipertahankan Yessica Puteri Antonius di hadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 29 Juli 2019.

Indralaya, September 2019

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

1. Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S., Ph.D  
NIP. 196009091987031004
2. Ir. Rosdiana Moeksin, M.T  
NIP. 195608311984032002
3. Ir. Siti Miskah, M.T  
NIP. 195602241984032002
4. Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T  
NIP. 197502012000122001
5. Prahady Susmanto, S.T., M.T  
NIP. 198208042012121001

()  
()  
()  
()  
()

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Kimia

  
Dr. Ir. H. Syaiful, DEA  
NIP. 195810031986031003

**HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PERBAIKAN**

Nama : Yessica Puteri Antonius  
NIM : 03031281419098

Judul : Pra Rencana Pabrik Pembuatan Phosgene Kapasitas 50.000 Ton/Tahun

Mahasiswa tersebut tidak ada perbaikan/revisi pada sidang sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 30 Juli 2019.

Indralaya, Oktober 2019

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia

  
Dr. Ir. H. Syaiful, DEA.  
NIP. 195810031986031003

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yessica Puteri Antonius  
NIM : 03031281419098  
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya didampingi Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, Oktober 2019



Yessica Puteri Antonius  
NIM. 0303128149098

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kepada Allah SWT, atas berkat, rahmat dan karunia-Nya tugas akhir yang berjudul “Pra Rencana Pabrik Pembuatan Phosgene Kapasitas 50.000 Ton/Tahun” dapat diselesaikan. Tugas akhir ini disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan kurikulum akademik yang ada di Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.

Penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan selama pengerjaan tugas akhir ini, yaitu:

- 1) Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan baik secara materil maupun moril
- 2) Ibu Ir. Hj. Rosdiana Moeksin, M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir
- 3) Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah berkontribusi hingga tugas akhir ini dapat diselesaikan

Penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Inderalaya, Oktober 2019

Penulis

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena dengan segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Penulis secara khusus mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis. Penulis mengucapkan rasa terimakasih kepada:

Kedua orang tua penulis yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk materil dan moril untuk kelancaran dan keberhasilan penulis dalam proses menyelesaikan laporan tugas akhir.

Ibu Ir. Hj. Rosdiana Moeksin, M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan bimbingan kepada penulis sehingga laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

Bapak Dr. Ir. H. Syaiful, DEA selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Ibu Dr. Leily Nurul Komariah, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Seluruh dosen dan staf akademik Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Semoga laporan tugas akhir ini turut memberi kontribusi yang bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Inderalaya, Oktober 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN INTEGRITAS</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xxi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Sejarah dan Perkembangan .....	2
1.3. Proses Pembuatan.....	3
1.4. Sifat Fisika dan Kimia.....	4
<b>BAB II PERENCANAAN PABRIK</b> .....	<b>6</b>
2.1. Alasan Pendirian Pabrik.....	6
2.2. Pemilihan Kapasitas .....	6
2.3. Pemilihan Bahan Baku .....	7
2.4. Pemilihan Proses .....	7
2.5. Uraian Proses .....	8
<b>BAB III LOKASI DAN LETAK PABRIK</b> .....	<b>11</b>
3.1. Lokasi Pabrik.....	11
3.2. Tata Letak Pabrik.....	12
3.3. Perkiraan Luas Tanah yang Dibutuhkan .....	13
<b>BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS</b> .....	<b>17</b>
4.1. Neraca Massa .....	17
4.2. Neraca Panas .....	20
<b>BAB V UTILITAS</b> .....	<b>23</b>



5.1. Unit Penyediaan Air .....	23
5.2. Unit Penyediaan Steam .....	26
5.3. Unit Penyediaan Tenaga Listrik.....	26
5.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar .....	27
5.5. Unit Penyediaan Refrigerant .....	29
<b>BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN .....</b>	<b>30</b>
<b>BAB VII ORGANISASI PERUSAHAAN .....</b>	<b>47</b>
7.1. Struktur Organisasi.....	47
7.2. Manajemen Perusahaan.....	47
7.3. Kepegawaian .....	48
7.4. Penentuan Jumlah Pekerja.....	49
<b>BAB VIII ANALISA EKONOMI.....</b>	<b>54</b>
8.1. Keuntungan .....	54
8.2. Lama Waktu Pengembalian Modal .....	55
8.3. Total Modal Akhir.....	57
8.4. Laju Pengembalian Modal .....	59
8.5. Break Even Point (BEP).....	60
<b>BAB IX KESIMPULAN.....</b>	<b>63</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>.....</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>64</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1.</b>	<b>Perusahaan Produsen Phosgene di Amerika Serikat.....</b>	<b>2</b>
<b>Tabel 2.1.</b>	<b>Kebutuhan Phosgene .....</b>	<b>7</b>
<b>Tabel 2.2.</b>	<b>Perbandingan Proses Pembuatan Phosgene .....</b>	<b>8</b>
<b>Tabel 3.1.</b>	<b>Rincian Luas Tanah Pabrik Phosgene .....</b>	<b>13</b>
<b>Tabel 7.1.</b>	<b>Pembagian Jam Kerja Pekerja Shift.....</b>	<b>49</b>
<b>Tabel 7.2.</b>	<b>Perincian Jumlah Karyawan. ....</b>	<b>51</b>
<b>Tabel 8.1.</b>	<b>Angsuran Pengembalian Modal. ....</b>	<b>56</b>
<b>Tabel 8.2.</b>	<b>Kesimpulan Analisa Ekonomi.....</b>	<b>62</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1. Flowsheet Proses Pembuatan Phosgene .....</b>	<b>10</b>
<b>Gambar 3.1. Peta Lokasi Pabrik Phosgene Cilegon, Banten .....</b>	<b>14</b>
<b>Gambar 3.2. Tata Letak Pabrik .....</b>	<b>15</b>
<b>Gambar 3.3. Tata Letak alat.....</b>	<b>16</b>
<b>Gambar 7.1. Struktur Organisasi Perusahaan.....</b>	<b>53</b>
<b>Gambar 8.1. Grafik <i>Break Event Point</i>.....</b>	<b>61</b>

## DAFTAR NOTASI

### 1. ABSORBER

A	= Cross sectional area tower, $m^2$
$C_D$	= Konstanta empiris
$C_F$	= Faktor karakteristik packing
D	= Diameter tower, m
$D_G$	= Difusitas gas, $m^2/s$
$D_L$	= Difusitas liquid, $m^2/s$
$F_G$	= Koefisien fase gas
$F_L$	= Koefisien fase liquid
G	= Laju alir massa gas, kg/hr
L	= Laju alir massa liquid, kg/hr
$H_{TG}$	= Tinggi unit perpindahan gas, m
$H_{TL}$	= Tinggi unit perpindahan liquid, m
$H_{TO}$	= Tinggi unit perpindahan total, m
$K_L$	= Koefisien perpindahan massa liquid, $kmol/m^2s$
$K_G$	= Koefisien perpindahan massa gas, $kmol/m^2s$
m	= slope rata – rata kurva kesetimbangan
$N_{TG}$	= Jumlah unit perpindahan massa gas, m
$N_{TL}$	= Jumlah unit perpindahan massa liquid, m
$S_{CG}$	= Schimdt number pada gas
$S_{CL}$	= Schimdt number pada liquid
Z	= Tinggi packing, m
$\alpha_A$	= Permukaan interfacial specific absorber, $L^2/L^3$
$\alpha_{AW}$	= Permukaan interfacial gas dan liquid, $L^2/L^3$
$\epsilon_{lo}$	= Fractional liquid volume, $m^3/m^3$
$\phi_{Lt}$	= Total hold up liquid

$\beta$	= Konstanta empiris untuk hold up packing
$\mu$	= Viskositas, cp
$\rho$	= Densitas, lb/ft

## 2. CHILLER, HEATER, PARTIAL CONDENSOR

A	= Area perpindahan panas, ft <sup>2</sup>
$a_a, a_p$	= Area pada annulus, inner pipe, ft <sup>2</sup>
$a_s, a_t$	= Area pada shell, tube, ft <sup>2</sup>
$a''$	= external surface per 1 in, ft <sup>2</sup> /in ft
B	= Baffle spacing, in
C	= Clearance antar tube, in
D	= Diameter dalam tube, in
$D_e$	= Diameter ekivalen, in
f	= Faktor friksi, ft <sup>2</sup> /in <sup>2</sup>
$G_a$	= Laju alir massa fluida pada annulus, lb/jam.ft <sup>2</sup>
$G_p$	= Laju alir massa fluida pada inner pipe, lb/jam.ft <sup>2</sup>
$G_s$	= Laju alir massa fluida pada shell, lb/jam.ft <sup>2</sup>
$G_t$	= Laju alir massa fluida pada tube, lb/jam.ft <sup>2</sup>
g	= Percepatan gravitasi
h	= Koefisien perpindahan panas, Btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F
$h_i, h_{i0}$	= Koefisien perpindahan panas fluida bagian dalam dan luar tube
jH	= Faktor perpindahan panas
k	= Konduktivitas termal, Btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F
L	= Panjang tube, pipa, ft
LMTD	= Logaritmic Mean Temperature Difference, °F
N	= Jumlah baffle
$N_t$	= Jumlah tube
$P_T$	= Tube pitch, in
$\Delta P_r$	= Return drop sheel, Psi
$\Delta P_s$	= Penurunan tekanan pada shell, Psi

$\Delta P_t$  = Penurunan tekanan tube, Psi

ID = Inside Diameter, ft

OD = Outside Diameter, ft

Q = Beban panas pada heat exchanger, Btu/jam

$R_d$  = Dirt factor, Btu/jam.ft<sup>2</sup>.°F

$R_e$  = Bilangan Reynold, dimensionless

s = Specific gravity

$T_1, T_2$  = Temperatur fluida panas inlet, outlet, °F

$t_1, t_2$  = Temperatur fluida dingin inlet, outlet, °F

$T_c$  = Temperatur rata-rata fluida panas, °F

$t_c$  = Temperatur rata-rata fluida dingin, °F

$U_c, U_d$  = Clean overall coefficient, design overall coefficient, ft<sup>2</sup>.°F

W = Laju alir massa fluida panas, lb/jam

w = Laju alir massa fluida dingin, lb/jam

$\mu$  = Viscositas, cp

### 3. GAS LIQUID SEPARATOR

A = Vessel Area Minimum, m<sup>2</sup>

C = Corrosion maksimum, in

D = Diameter Vessel minimum, m

E = Joint efisiensi

$H_L$  = Tinggi Liquid, m

Ht = Tinggi Vessel, m

P = Tekanan desain, psi

$Q_V$  = Laju alir Volumetric massa, m<sup>3</sup>/jam

$Q_L$  = Liquid Volumetric flowrate, m<sup>3</sup>/jam

S = Working stress Allowable, psi

t = tebal dinding tangki, m

$U_v$  = Kecepatan uap maksimum, m/s

$V_t$  = Volume *Vessel*, m<sup>3</sup>

$V_h$  = Volume *Head*, m<sup>3</sup>

$V_t$  = Volume *Vessel*, m<sup>3</sup>

- $\rho$  = Densitas,  $\text{kg/m}^3$
- $\mu$  = Viskositas, cP
- $\rho_g$  = Densitas gas,  $\text{kg/m}^3$
- $\rho_l$  = Densitas *Liquid*,  $\text{kg/m}^3$

#### 4. KOMPRESSOR

- $k$  =  $C_v / C_p$
- $n$  = Jumlah Stage
- $P_i$  = Tekanan input, atm
- $P_o$  = Tekanan output, atm
- $P$  = Power kompresor (HP)
- $Q$  = Kapasitas kompresor
- $T_i$  = Temperatur input, K
- $T_o$  = Temperatur output, K
- $\eta$  = Efisiensi
- $V$  = Volumetrik gas masuk
- $\rho$  = Densitas,  $\text{kg/m}^3$
- $R_c$  = Rasio Kompresi
- $W$  = Laju alir massa, lb/jam

#### 5. POMPA

- $A$  = Area alir pipa,  $\text{in}^2$
- BHP = Brake Horse Power, HP
- $D_i \text{ opt}$  = Diameter optimum pipa, in
- $E$  = Equivalent roughness
- $f$  = Faktor friksi
- FK = Faktor keamanan
- $g_c$  = Percepatan gravitasi,  $\text{ft/s}^2$
- Gpm = Gallon per menit
- $H_f \text{ suc}$  = Total friksi pada suction, ft



$H_f \text{ dis}$	= Total friksi pada discharge, ft
$H_{fs}$	= Skin friction loss
$H_{fsuc}$	= Total suction friction loss
$H_{fc}$	= Sudden Contraction Friction Loss (ft lb <sub>m</sub> /lb <sub>f</sub> )
$H_{fc}$	= Sudden expansion friction loss (ft lb <sub>m</sub> /lb <sub>f</sub> )
ID	= Inside diameter pipa, in
$K_C, K_S$	= Contraction, expansion loss contraction, ft
L	= Panjang pipa, ft
$L_e$	= Panjang ekuivalen pipa, ft
NPSH	= Net positive suction head (ft)
$N_{Re}$	= Reynold number, dimension less
$P_{Vp}$	= Tekanan uap, Psi
$Q_f$	= Laju alir volumeterik
$V_f$	= Kapasitas pompa, lb/jam
V	= Kecepatan alir
$\Delta P$	= Beda tekanan, Psi

## 6. REAKTOR

$C_{Ao}$	= konsentrasi awal umpan masuk, kmol/m <sup>3</sup>
C	= Tebal korosi yang dizinkan, atm
dB	= Diameter bubble, cm
do	= Diameter orifice, cm
Dab	= Difusifitas liquid, cm <sup>2</sup> /s
Dr	= Diameter Reaktor, m
$F_{Ao}, F_{Bo}$	= laju alir umpan, kmol/jam
g	= gravitasi
Hr	= Tinggi Reaktor, m
ID	= Inside Diameter, m
kL	= Koefisien perpindahan massa gas – liquid, cm/s
KS	= Koefisien perpindahan massa liquid – solid, cm/s

Ko	= Konstanta laju overall
Lmf	= tinggi minimum fluidasi, m
Lmb	= tinggi bed minimum, m
LMTD	= Logaritmic Mean Temperature Difference, °F
Nt	= jumlah tube
N <sub>or</sub>	= jumlah office per unit area distributor
OD	= Outside Diameter, m
P	= Tekanan, atm
P <sub>T</sub>	= tube pitch, atm
Re	= Bilangan Reynold
S	= Working Stress yang diizinkan, atm
T	= Temperatur. °C
t	= Tebal dinding vessel
Umf	= kecepatan minimum fluidasi, m/s
Umb	= minimum bubbling velocity particle, m/s
Uf	= operating gas velocity, m/s
Ubf	= bubble rise velocity, m/s
Vt	= Volume Reaktor, m <sup>3</sup>
X	= Konversi
□	= Densitas
□	= Gas Hold Up
ΔPb	= pressure drop, kPa

## 7. TANGKI

C	= Tebal korosi yang diizinkan
D	= Diameter tangki, m
E	= Efisiensi penyambungan, dimensionless
h	= Tinggi head, m
H	= Tinggi silinder, m
H <sub>T</sub>	= Tinggi total tangki, m
P	= Tekanan Operasi, at

S	= Working stress yang diizinkan, Psia
T	= Temperatur Operasi, K
t	= Lama persediaan/penyimpanan, hari
$V_e$	= Volume ellipsoidal head, $m^3$
$V_s$	= Volume silinder, $m^3$
$V_t$	= Volume tangki, $m^3$
W	= Laju alir massa, kg/jam
$\rho$	= Densitas, $kg/m^3$

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
<b>1. BIODATA</b>	
1.1. Biodata Yessica Puteri Antonius .....	64
<b>2. PATEN</b>	
2.1. Paten Utama US Patent No. 8993803 B2 .....	65
<b>3. TUGAS KHUSUS</b>	
3.1. Desain Absorber.....	81
<b>4. PERHITUNGAN</b>	
4.1. Neraca Massa .....	97
4.2. Neraca Panas .....	116
4.3. Spedifikasi Peralatan.....	150
4.4. Analisa Ekonomi.....	30

## ABSTRAK

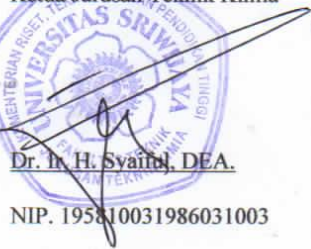
Pabrik pembuatan phosgene kapasitas 50.000 ton/tahun direncanakan berdiri di Cilegon, Banten yang diperkirakan memiliki luas area sebesar 4,5 Ha. Proses pembuatan phosgene menggunakan reaktor tipe *multi tubular fixed bed*. Pabrik pembuatan phosgene ini berbentuk Perseroan Terbatas (PT) yang dipimpin oleh Direktur Utama. Sistem organisasi perusahaan ini adalah *line and staff* dengan jumlah karyawan pabrik sebanyak 102 orang. Pabrik pembuatan phosgene layak didirikan karena telah memenuhi persyaratan parameter analisa ekonomi sebagai berikut:

a) Total Capital Investment	= US \$ 15.184.532,46
b) Selling Price per Year	= US \$ 90.956.079,74
c) Total Production Cost	= US \$ 74.106.847,49
d) Annual Cash Flow	= US \$ 11.875.434,93
e) Pay Out time	= 1,69 tahun
f) Rate of Return	= 72,13%
g) Discounted Cash Flow	= 36,86%
h) Break Even Point	= 34,70%
i) Service Life	= 11 tahun

Indralaya, Agustus 2019

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia

  
Dr. Ir. H. Syaiful, DEA.

NIP. 195810031986031003

Disetujui Oleh,

Dosen Pembimbing Tugas Akhir

  
Ir. Hj. Rosdiana Moeksin, M.T.

NIP. 195608311984032002

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Di tahun 2017 ini, Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA) mulai diberlakukan semenjak 2016 lalu untuk negara-negara yang tergabung dalam ASEAN. Masyarakat Ekonomi ASEAN adalah bentuk kerjasama antar anggota negara-negara ASEAN yang terdiri dari Indonesia, Singapura, Malaysia, Brunei, Filipina, Kamboja, Laos, Myanmar, Thailand dan Vietnam. Melalui MEA, terjadi pemberlakuan perdagangan bebas antar negara-negara ASEAN. Dalam upaya meningkatkan daya saing Indonesia dalam perdagangan bebas, perlu dilakukan percepatan pembangunan sektor industri.

Kebutuhan bahan kimia dasar yang mendorong Indonesia memproduksi bahan-bahan kimia yang sangat diperlukan pemakaiannya didalam negeri, Karena selama ini Indonesia masih mendatangkan bahan-bahan tersebut dari luar negeri. Untuk mengurangi ketergantungan dari luar negeri maka perlu untuk mendirikan Industri kimia. Sasaran lain yang ingin dicapai adalah memperluas kesempatan kerja, meningkatkan produksi dalam negeri dan menyeimbangkan struktur ekonomi di Indonesia.

Sehubungan dengan hal tersebut, maka dibuatlah suatu pra rencana pabrik pembuatan Phosgene. Phosgene merupakan salah satu bahan industri kimia yang paling banyak dikonsumsi oleh industri kimia dalam negeri. Akan tetapi, pemenuhan kebutuhan akan Phosgene ini ternyata masih didatangkan dari luar negeri seperti Amerika Serikat dan beberapa negara di Eropa.

Phosgene merupakan senyawa anorganik dengan rumus molekul  $\text{COCl}_2$ . Phosgene juga dikenal dengan nama lain yaitu *carbonyl chloride*. Phosgene banyak digunakan sebagai senyawa kimia intermediate dalam beberapa produk komersial. Konsumen utama phosgene di Indonesia adalah pada industri farmasi, pestisida, polimer, gelas dan industri tekstil.

## 1.2. Sejarah dan Perkembangan

Senyawa Phosgene pertama kali diperkenalkan oleh Sir John Davy (1798-1868) pada tahun 1812 dengan menggunakan cahaya matahari dalam pencampuran antara karbon monoksida dengan klorin. Nama Phosgene sendiri berasal dari Bahasa Yunani *phos* yang berarti cahaya dan *gene* yang berarti lahir. Penggunaan phosgene meningkat tajam pada abad ke-19. Phosgene juga digunakan dalam industri persenjataan militer ketika Perang Dunia II dalam pembuatan bom udara dan mortir.

**Tabel 1.1.** Perusahaan Produsen Phosgene di Amerika Serikat

No	Perusahaan	Lokasi	Produk Akhir
1	BASF Wyandotte Corp	Geismar, La.	<i>Isocyanates</i>
2	Dow Chemical Co.	Freeport, Tex.	<i>Isocyanates</i>

3	E.I. duPont de Nemours & Co. Inc.	Deepwater Point, N.J.	<i>Isocyanates, Carbamates</i>
4	Essex Chemical Co.	Baltimore, Md.	<i>Pesticides</i>
5	General Electric Co.	Mount Vernon, Ind.	<i>Polycarbonate</i>
6	ICI Americas	Geismar, La.	<i>Isocyanates</i>
7	Laurel Industries	La Porte, Tex.	<i>Merchant phosgene, Chloroformates</i>
8	Mobay Chemical Co.	Cedar Bayou, Tex. New Martinsville, W. Va.	<i>Isocyanates</i>
9	Olin Corp.	Lake Charles, La. Moundsville, W. Va.	<i>Isocyanates</i>
10	PPG Industries	Barberton, Ohio	<i>Pesticides</i>
11	Upjohn Co.	La Porte, Tex.	<i>Isocyanates</i>
No	Perusahaan	Lokasi	Produk Akhir
12	Stauffer Chemical Co.	Cold Creek, Ala. St. Gabriel, La.	<i>Pesticides</i>
13	Union Carbide Corp.	Institute, W. Va	<i>Isocyanates</i>
14	Van De Mark Chemical Co., Inc.	Lockport, N.Y.	<i>Merchant phosgene</i>

(Sumber : US-EPA, 1985)

Saat ini, Phosgene lebih banyak digunakan pada industri farmasi, pestisida, polimer, gelas dan industri tekstil. Phosgene sekarang ini banyak diproduksi di Amerika Serikat oleh 14 perusahaan pada 17 fasilitas pabrik

Pembuatan Isosianat mengkonsumsi sekitar 85% produksi Phosgene di seluruh dunia yang utama adalah di dalam produksi *Toluene Diisocyanate* (TDI). Penggunaan Phosgene juga berkembang pesat dalam pembuatan *Polymethylene Polyphenylisocyanate* (PMPPi), yang digunakan dalam produksi busa *Polyurethane*.

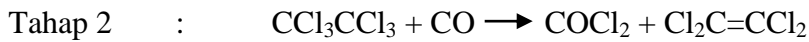
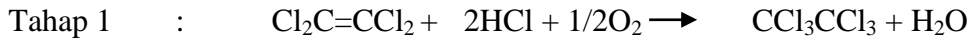
### 1.3 Proses Pembuatan

Proses pembuatan Phosgene dalam skala industri dikenal melalui beberapa proses, yaitu:

#### 1.3.1. Reaksi *perchloroethylene* dengan hidrogen klorida dan oksigen

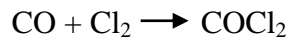
Proses ini dibagi ke dalam dua tahapan reaksi. Pada tahap pertama, *perchloroethene* ( $\text{Cl}_2\text{C}=\text{CCl}_2$ ) direaksikan dengan hidrogen klorida dan oksigen untuk menghasilkan *hexachloroethane* dan air dengan bantuan katalis *Deacon* (*Copper Chloride*). Reaksi ini berlangsung pada suhu  $200^\circ\text{C}$  sampai dengan  $375^\circ\text{C}$ .

Pada tahap kedua, *hexachloroethane* yang dihasilkan pada tahap pertama kemudian direaksikan dengan karbon monoksida untuk menghasilkan phosgene dan *perchloroethylene*. Reaksi ini berlangsung pada suhu 200°C sampai 400°C.



### 1.3.2. Reaksi karbon monoksida dengan klorin

Proses ini dilakukan dengan jalan mereaksikan antara gas karbon monoksida dan gas klorin melalui reaktor tubular yang telah dilengkapi karbon aktif yang berfungsi sebagai katalis. Adapun persamaan reaksinya adalah sebagai berikut



Reaksi berlangsung secara eksotermis dan berlangsung pada suhu antara 50 sampai 150°C. Pada suhu di atas 200°C, phosgene akan kembali terurai menjadi karbon monoksida dan klorin.

## 1.4. Sifat Fisika dan Kimia

### 1) Karbon Monoksida

Wujud	: Gas
Rumus	: CO
Berat Molekul, gr/mol	: 28,010
Titik Didih, °C	: -191,45
Titik Beku, °C	: -205
Temperatur Kritis, °C	: -140,23
Tekanan Kritis, bar	: 34,99
Volume Kritis, cm <sup>3</sup> /mol	: 93,1

### 2) Klorin

Wujud	: Gas
Rumus	: Cl <sub>2</sub>
Berat Molekul, gr/mol	: 70,905
Titik Didih, °C	: -34,03
Titik Beku, °C	: -101
Temperatur Kritis, °C	: 144
Tekanan Kritis, bar	: 77,11
Volume Kritis, cm <sup>3</sup> /mol	: 123,8

### 3) Oksigen

Wujud	: Gas
-------	-------



Rumus	: O <sub>2</sub>
Berat Molekul, gr/mol	: 31,999
Titik Didih, °C	: -182,98
Titik Beku, °C	: -218,79
Temperatur Kritis, °C	: -118,57
Tekanan Kritis, bar	: 50,43
Volume Kritis, cm <sup>3</sup> /mol	: 73,4

#### 4) Hidrogen

Wujud	: Gas
Rumus	: H <sub>2</sub>
Berat Molekul, gr/mol	: 2,016
Titik Didih, °C	: -252,76
Titik Beku, °C	: -259,2
Temperatur Kritis, °C	: -239,97
Tekanan Kritis, bar	: 13,13
Volume Kritis, cm <sup>3</sup> /mol	: 64,2

#### 5) Phosgene

Wujud	: Liquid
Rumus	: COCl <sub>2</sub>
Berat Molekul, gr/mol	: 98,916
Titik Didih, °C	: 7,56
Titik Beku, °C	: -127,78
Temperatur Kritis, °C	: 181,85
Tekanan Kritis, bar	: 56,74
Volume Kritis, cm <sup>3</sup> /mol	: 190,2

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2019. *Carbon Monoxide*. (online). <http://www.alibaba.com/trade/search?searchtext=carbon%20monoxide%20>. (Diakses 10 Maret 2019).
- Anonim. 2019. *Chlorine*. (online). <http://www.alibaba.com/trade/search?searchtext=chlorine%20>. (Diakses 10 Maret 2019).
- Anonim. 2019. Kurs Dollar. (online) <http://kursdollar.net/grafik/USD>. (Diakses 10 Maret 2019).
- Anonim. 2019. *Toluene*. (online). <http://www.alibaba.com/trade/search?searchtext=toluene%20>. (Diakses 10 Maret 2019).
- Anonim. 2019. *Activated Carbon*. (online). <http://www.alibaba.com/trade/search?searchtext=activated%20carbon%20>. (Diakses 10 Maret 2019).
- Anonim. 2019. *Harga Bahan Bangunan*. (Online) <http://www.hargabahanbangunan.co>. (Diakses 10 Maret 2019).
- Anonim, 2019. *Upah Minimum Kabupaten Cilegon*. (online) <http://www.koranperdjoeangan.com> (Diakses 10 Maret 2019).
- Anonim. 2019. *Phosgene Solution~20% in Toluene*. (online) [www.sigmaaldrich.com/catalog/product/aldrich/79380?](http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/aldrich/79380?) (Diakses 10 Maret 2019).
- Bank Indonesia. 2019. *Foreign Exchange Rates*. (online). <http://www.bi.go.id/en/moneter/informasi-kurs/transaksi-bi/Default.aspx>. (Diakses 10 Maret 2019).
- Brownell, L.E. and Young, E.H. 1979. *Process Equipment Design*. Wiley Eastern Limited. New York.
- Dossenheim, Gerhard O., dkk. 2015. *Method for Producing Phosgene*. USA : US Patent Application Publication.
- Felder, Richard M., dan Ronald W Rousseau. 2005. *Elementary Principles of Chemical Processes, Third Edition*. USA : John Wiley & Sons Inc
- Fogler, H. Scott. 2004. *Elements of Chemical Reaction Engineering, Third Edition*. New Delhi : Prentice-Hall of India Private Limited.
- Gaol, Chr. Jimmy L. 2008. *Sistem Informasi Manajemen : Pemahaman dan Aplikasi*. Jakarta : Grasindo.

- Geankoplis, C.J. 2003. *Transport Processes and Unit Operations*. Prentice Hall. New York.
- Haar, Lester dan John S. Gallagher. 1978. *Thermodynamic Properties of Ammonia*. Jurnal Phys. Chem. Ref. Data, Volume 7, Nomor 3. (online). <http://www.nist.gov/data/PDFfiles/jpcrd119.pdf>. (Diakses 10 Maret 2019).
- Kern, Donald Q. 1965. *Process Heat Transfer*. Singapura : McGraw-Hill.
- Kirk dan Othmer. 2004. *Kirk-othmer Encyclopedia of Chemical Technology Fifth Edition*. USA : John Wiley & Sons.
- Knauf Thomas, Manzel Dirk., dkk. 2017. *Method for Starting Up and Shutting Down A Phosgene Generator*. USA : US Patent Application Publication.
- Krefeld, Hermann K., dkk. 2009. *Process for the Production of Phosgene with Reduced CO Emission*. USA : US Patent Application Publication.
- Levenspiel, Octave. 1999. *Chemical Reaction Engineering, Third Edition*. USA : John Wiley & Sons Inc.
- Ludwig, Ernest E. 1994. *Applied Process Design : for Chemical and Petrochemical Plant Volume 2 Third Edition*. USA : Gulf Professional Publishing.
- Matches. 2015. *Matche's Process Equipment Cost Estimates*. (online). [www.matche.com](http://www.matche.com). Diakses 11 Maret 2019
- Mitchell, Christopher J., dkk. 2012. *Selection of Carbon Catalyst for the Industrial Manufacture of Phosgene*. Catal. Sci. Technol. Vol. 2. Hal : 2019-2115
- Nevers, Noel de. 2005. *Fluid Mechanics for Chemical Engineers, Third Edition*. Singapura : McGraw-Hill.
- Perry, Robert H. dkk. 1999. *Perry's Chemical Engineerings' Handbook*. Singapura : McGraw-Hill Book Company.
- Peters, Max S. dkk. 2003. *Plant Design and Economic for Chemical Engineers : Fifth Edition*. Singapura : McGraw-Hill.
- Peters, Max S., dan Klaus D Timmerhaus. 1991. *Plant Design and Economic for Chemical Engineers : Fourth Edition*. Singapura : McGraw-Hill

- Qasem, Naef A.A., dan Maged A.I. El-Shaarawi. 2013. *Improving Ice Productivity and Performance for an Activated Carbon/Methanol Solar Adsorption Ice-Maker*. Solar Energy 98 (2013) 523-542
- Ryan, T.A., dkk. 1996. *Phosgene and Related Carbonyl Halides*. Netherlands : Elsavier Science B.V
- Sinnot, R K. *Chemical Engineering, Volume 6, Fourth Edition : Chemical Engineering Design*. USA : Butterworth-Heinemann.
- Smith, J. M., dkk. 2001. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics Sixth Edition*. Singapura : McGraw-Hill.
- Treybal, Robert E. 1981. *Mass transfer Operation Third Edition*. Singapura : McGraw-Hill Book Company.
- Urbanindo. 2017. *Tanah Dijual di Cilegon*. (online). <http://www.urbanindo.com/cari/tanah/dijual/Cilacap>. Diakses 11 Maret 2019.
- US-EPA. *Locating and Estimating Air Emissions From Sources of Phosgene*. US-EPA. North Carolina, 1985.
- Vilbrandt, F.C. and Charles, E.D. 1959. *Chemical Engineering Plant Design, 4th Edition*. Mc Graw - Hill Book Co. New York.
- Wahyuni, Dwi. 2010. *Analisa Ekonomi Perancangan Awal Pabrik Polibutadien Kapasitas 50.000 Ton/tahun di Indonesia*. Jurnal LAPAN. Diakses 11 Maret 2019
- Walas, Stanley M. 1990. *Chemical Process Equipment : Selection and Design*. USA : Butterworth-Heinemann.
- Welty et.al. 2008. *Fundamentals of Momentum, Heat, and Mass Transfer, Fifth Edition*. USA : John Wiley & Sons Inc.
- Yaws, Carl L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. New York : McGraw-Hill.