

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



SKRIPSI

**Dibuat untuk memenuhi salah satu syarat mengikuti
Ujian Sarjana pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

OLEH :

MUHAMMAD IQBAL 03031281419072

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2019

HALAMAN PENGESAHAN

PRA RENCANA PABRIK
PEMBUATAN PHOSGENE KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

SKRIPSI

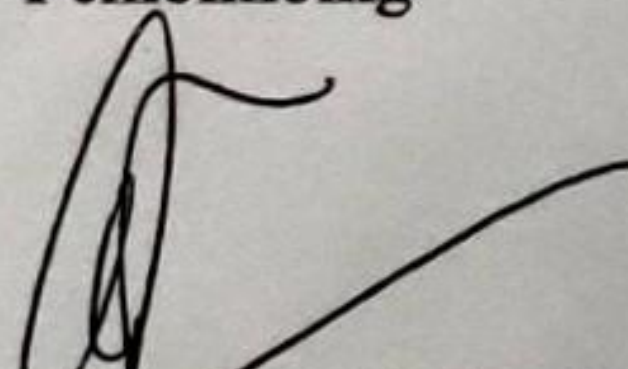
Duplikasi untuk melengkapi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana

Oleh:

Muhammad Iqbal 03031281419072

Indralaya, April 2019

Pembimbing



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

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Kimia



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

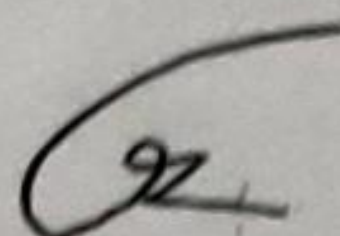
HALAMAN PERSETUJUAN

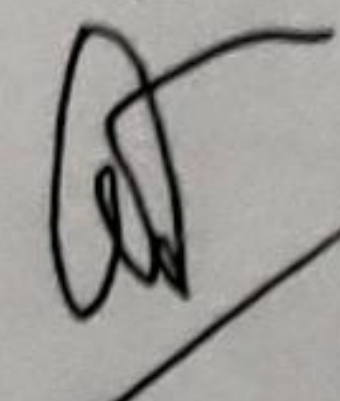
Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul "Pra Rencana Pabrik Pembuatan Phosgene Kapasitas 50.000 Ton/Tahun" telah dipertahankan Muhammad Iqbal di hadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 21 Maret 2019.

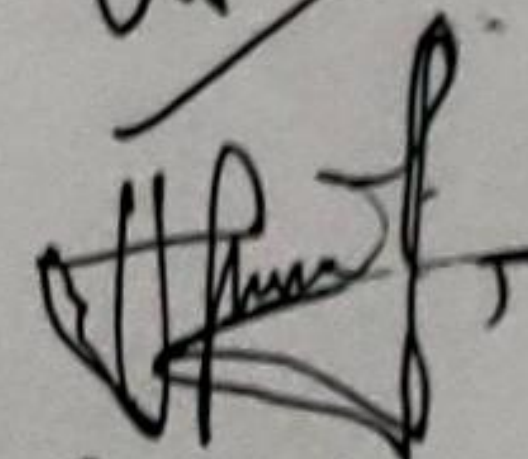
Indralaya, Maret 2019

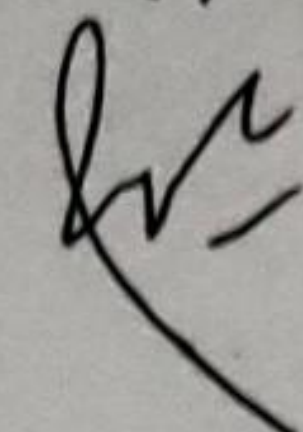
Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

1. Dr. Hj. Leily Nurul Komariah, ST.MT
NIP. 197503261999032002
2. Ir. Hj. Rosdiana Moeksin, M.T.
NIP. 195608311984032002
3. Novia, ST.MT.,Ph.D
NIP. 197311052000032003
4. Budi Santoso, S.T, M.T
NIP. 197706052003121004

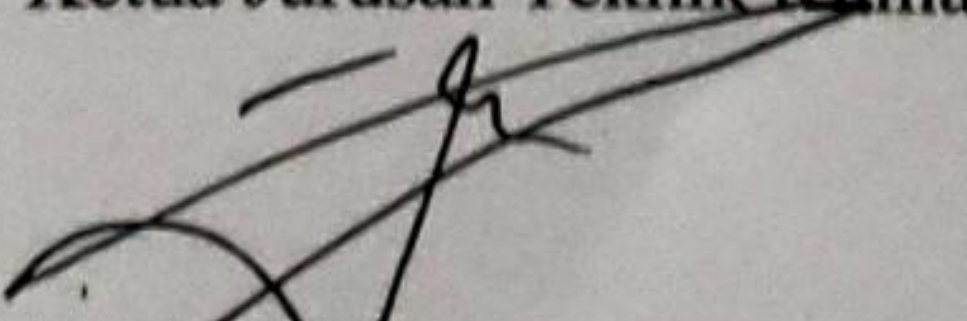
()

()

()

()

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia


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

LEMBAR PERBAIKAN

Dengan ini menyatakan bahwa :

Muhammad Iqbal

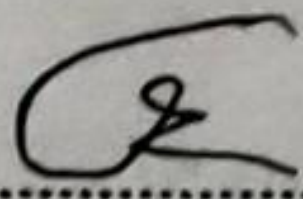
03031281419156

Judul :

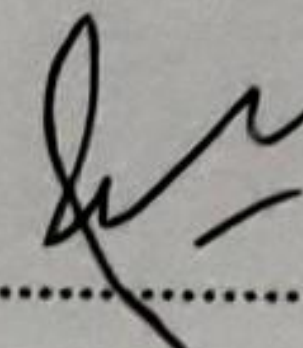
**“PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN
PHOSGENE KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN”**

Mahasiswa tersebut diatas telah menyelesaikan tugas perbaikan yang diberikan pada sidang sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 21 Maret 2019 oleh Dosen Penguji :

1. Dr. Hj. Leily Nurul Komariah, ST.MT
NIP. 197503261999032002

()

2. Budi Santoso, S.T, M.T
NIP.197706052003121004

()

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia

Dr. Ir. H. Syaiful, DEA

NIP. 195810031986031003



HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

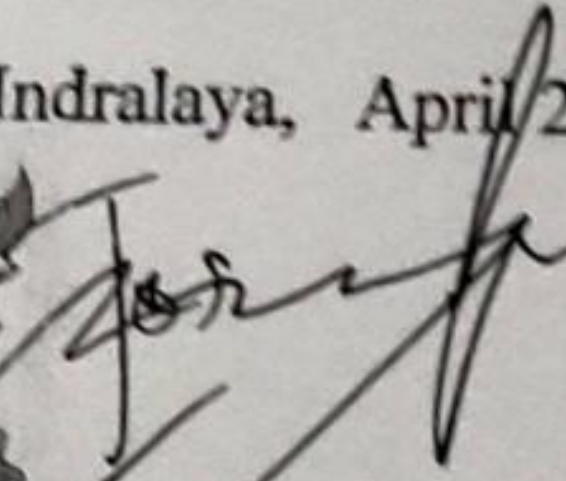
Nama : Muhammad Iqbal
NIM : 03031281419072
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan Phosgene Kapasitas
50.000 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama Yessica Puteri Antonius 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, April 2019




Muhammad Iqbal
NIM. 03031281419072

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.

Palembang, Maret 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
INTISARI	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1.Latar Belakang	1
1.2. Sejarah dan Perkembangan	2
1.3. Proses Pembuatan.....	2
1.4. Sifat Fisika dan Kimia.....	4
BAB II PERENCANAAN PABRIK	6
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
BAB III LOKASI DAN LETAK PABRIK	11
3.1. Lokasi Pabrik.....	11
3.2. Tata Letak Pabrik	12
3.3. Perkiraan Luas Pabrik	13
BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS	17
4.1. Neraca Massa	17
4.2. Neraca Panas	20

BAB 5 UTILITAS	23
5.1. Unit Pengolahan 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
BAB 6 SPESIFIKASI PERALATAN.....	44
BAB 7 ORGANISASI PERUSAHAAN	47
7.1. Struktur Organisasi.....	47
7.2. Manajemen Perusahaan.....	47
7.3. Kepegawaian	48
7.4. Penentuan Jumlah Pekerja.....	49
BAB 8 ANALISA EKONOMI	54
8.1. Keuntungan (Profitabilitas).....	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
BAB IX KESIMPULAN	83
BAB X TUGAS KHUSUS	84
10.1.Reaktor Fixed Bed.....	84

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1. Perusahaan Produsen Phosgene di US.....	2
Tabel 2.1. Kebutuhan Phosgene.....	7
Tabel 2.2. Perbandingan Proses Pembuatan Phosgene	8
Tabel 3.1. Rincian Luas Tanah Pabrik Phosgene.....	13
Tabel 5.1. Data Kebutuhan Air Pendingin Peralatan	23
Tabel 7.1. Pembagian Jam Kerja Pegawai	49
Tabel 7.2. Perincian Jumlah Karyawan.....	51
Tabel 8.1. Angsuran Pengembalian Modal TCI.....	56
Tabel 8.2. Kesimpulan Analisa Ekonomi.....	62

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Flowsheet Proses Pembuatan Phosgene	10
Gambar 3.1. Peta Lokasi Pabrik.....	14
Gambar 3.2. Lokasi Pabrik berdasarkan <i>Google Maps</i>	14
Gambar 3.3. Tata Letak Pabrik	15
Gambar 3.4. Tata Letak Peralatan.....	16
Gambar 7.1. Struktur Organisasi Perusahaan	53
Gambar 8.1. Grafik <i>Break Event Point</i>	61
Gambar 10.1. Reaktor Tangki.....	67
Gambar 10.2. Reaktor Pipa	68
Gambar 10.3. Reaktor <i>Single Bed</i>	69
Gambar 10.4. Reaktor <i>Single Bed</i>	70
Gambar 10.5. Reaktor <i>Multitube</i>	71
Gambar 10.6. Reaktor <i>Fluidized Bed Reactor</i>	72
Gambar 10.7. Reaktor <i>Batch</i>	73
Gambar 10.8. Reaktor <i>Kontinyu</i>	74
Gambar 10.9. Reaktor <i>Continuous Stirred Tank Reactor</i>	70

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Perhitungan Neraca Massa.....	87
Lampiran 2. Perhitungan Neraca Panas.....	108
Lampiran 3. Perhitungan Spesifikasi Peralatan.....	132
Lampiran 4. Perhitungan Ekonomi.....	215

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 didapatkan dari luar negeri seperti Amerika Serikat dan beberapa negara di Eropa.

Phosgene merupakan senyawa anorganik dengan rumus molekul 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*.

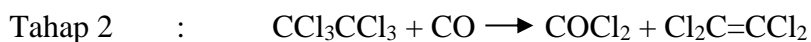
1.3 Proses Pembuatan

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

1.3.1. Reaksi *perchloroethylene* dengan hidrogen klorida dan oksigen

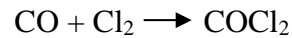
Proses ini dibagi ke dalam dua tahapan reaksi. Pada tahap pertama, *perchloroethene* ($\text{Cl}_2\text{C}=\text{CCl}_2$) direaksikan dengan hidrogen klorida dan oksigen untuk menghasilkan *hexachloroethane* dan air dengan bantuan katalis *Deacon* (*Copper Chloride*). Reaksi ini berlangsung pada suhu 200°C sampai dengan 375°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 ³ /mol	: 93,1

2) Klorin

Wujud	: Gas
Rumus	: Cl ₂
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 ³ /mol	: 123,8

3) Oksigen

Wujud	: Gas
Rumus	: O ₂
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 ³ /mol	: 73,4

4) Hidrogen

Wujud	: Gas
Rumus	: H ₂
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 ³ /mol	: 64,2

5) Phosgene

Wujud	: Liquid
Rumus	: COCl ₂
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 ³ /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? (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. 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.