

**SKRIPSI**

**PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN  
ASAM AKRILAT KAPASITAS 84.000 TON/TAHUN**



**Febri Sandi**

NIM 03031281419153

**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2019**

# **SKRIPSI**

## **PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN ASAM AKRILAT KAPASITAS 84.000 TON/TAHUN**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Teknik Kimia pada Universitas Sriwijaya



Febri Sandi  
NIM 03031281419153

**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2019**

## HALAMAN PENGESAHAN

PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN ASAM AKRILAT KAPASITAS  
84.000 TON/TAHUN

SKRIPSI

Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat  
memperoleh gelar sarjana

Oleh:

Febri Sandi

NIM. 03031281419153

Inderalaya, Agustus 2019

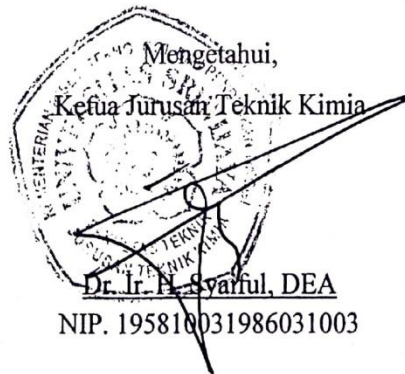
Pembimbing,



Selpiana, S.T., M.T

NIP. 197809192003122001

Mengetahui,  
Kepua Jurusan Teknik Kimia




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

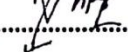
## LEMBAR PERBAIKAN

1. Nama : Febri Sandi  
NIM : 03031281419153

Judul : Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Asam Akrilat Kapasitas 84.000  
Ton/Tahun

Mahasiswa tersebut telah menyelesaikan tugas perbaikan yang diberikan pada siding sarjan di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 16 Mei 2019 oleh Dosen Penguji :


Dr. Ir. H. M. Faizal, DEA :   
NIP. 195805141984031001

Dr. Ir. Hj. Susila Arita, DEA :   
NIP. 196010111985032002

Palembang, Juli 2019

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 Asam Akrilat Kapasitas 84.000 Ton/Tahun" telah dipertahankan **Febri Sandi** dihadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 16 Mei 2019.

Inderalaya, Mei 2019

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi :

1. Dr. Ir. H. Syaiful, DEA.  
NIP. 195810031986031003
2. Dr. Ir. H. M. Faizal, DEA.  
NIP. 195805141984031001
3. Dr. Ir. Hj. Susila Arita, DEA.  
NIP. 196010111985032002
4. Selpiana, S.T., M.T.  
NIP. 197809192003122001

(  )  
(  )  
(  )  
(  )

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia


Dr. Ir. H. Syaiful, DEA.

NIP. 195810031986031003

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS



Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Febri Sandi

NIM : 03031281419153

Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan Asam Akrilat Kapasitas  
84.000 Ton/Tahun

Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama **Risky Vernando** 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, Juli 2019



**Febri Sandi**

NIM. 03031281419153



## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kepada Allah SWT, atas berkat, rahmat dan karunia-Nya tugas akhir yang berjudul “Pra Rencana Pabrik Pembuatan Asam Akrilat Kapasitas 84.000 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 Selpiana, S.T., 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, Januari 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	v
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	vii
<b>INTISARI</b> .....	viii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1.Latar Belakang .....	1
1.2. Sejarah dan Perkembangan .....	2
1.3. Macam Proses Pembuatan .....	2
1.4. Sifat Fisika dan Kimia.....	4
<b>BAB II PERENCANAAN PABRIK</b> .....	7
2.1. Alasan Pendirian Pabrik.....	7
2.2. Pemilihan Kapasitas Produksi.....	7
2.3. Pemilihan Bahan Baku .....	8
2.4. Pemilihan Proses .....	8
2.5. Uraian Proses .....	11
<b>BAB III LOKASI DAN LETAK PABRIK</b> .....	13
3.1. Lokasi Pabrik .....	13
3.2. Tata Letak Pabrik .....	16
3.3. Perkiraan Luas Pabrik .....	16
<b>BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS</b> .....	19
4.1. Neraca Massa .....	19
4.2. Neraca Panas .....	27



<b>BAB 5 UTILITAS</b> .....	34
5.1. Unit Penyediaan Air .....	34
5.2. Unit Penyediaan Steam .....	35
5.3. Unit Penyediaan Refrigeran .....	39
5.4. Unit Penyediaan Tenaga Listrik.....	40
5.5. Unit Penyediaan Bahan Bakar .....	41
<b>BAB 6 SPESIFIKASI PERALATAN</b> .....	44
<b>BAB 7 ORGANISASI PERUSAHAAN</b> .....	67
7.1. Struktur Organisasi .....	67
7.2. Manajemen Perusahaan.....	67
7.3. Kepegawaian .....	68
<b>BAB 8 ANALISA EKONOMI</b> .....	74
8.1. Keuntungan (Profitabilitas).....	74
8.2. <u>Lama Waktu Pengembalian Modal</u> .....	75
8.3. <u>Total Modal Akhir</u> .....	77
8.4. <u>Laju Pengembalian Modal</u> .....	79
8.5. <u>Break Even Point (BEP)</u> .....	80
<b>BAB IX <u>KESIMPULAN</u></b> .....	83
<b>BAB X <u>TUGAS KHUSUS</u></b> .....	84
10.1.Reaktor Fixed Bed.....	84

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Data Impor Asam Akrilat Negara Asean.....	7
Tabel 2.1. Tabel Perbandingan Proses Pembuatan Asam Akrilat.....	9
Tabel 7.1. Pembagian Jam Kerja Pekerja Shift.....	69
Tabel 7.2. Perincian Jumlah Karyawan.....	71
Tabel 8.1. Angsuran Pengembalian Modal TCI.....	76
Tabel 8.2. Kesimpulan Analisa Ekonomi.....	82

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Flowsheet Proses Pembuatan Asam Akrilat.....	12
Gambar 3.1. Peta Lokasi Pabrik.....	13
Gambar 3.2. Lokasi Pabrik berdasarkan <i>Google Maps</i> .....	14
Gambar 3.3. Tata Letak Peralatan.....	17
Gambar 3.4. Tata Letak Pabrik.....	18
Gambar 7.1. Struktur Organisasi Perusahaan.....	73
Gambar 8.1. Grafik <i>Break Event Point</i> .....	81
Gambar 10.1. (a) Single Bed, (b) Multibed, (c) Multitube Bed.....	84

## RINGKASAN

Pabrik pembuatan Asam akrilat dari formaldehid dan asam asetat dengan kapasitas 84.000 ton/tahun direncanakan berdiri pada tahun 2022, direncanakan pendirian pabrik pembuatan asam akrilat berlokasi di Kawasan Industri Kendal (PT. KIK) yang terletak di Desa Brangsong, Kecamatan Brangsong, Kabupaten Kendal, Jawa Tengah, yang diperkirakan memiliki luas area sebesar 4,25 Ha. Proses pembuatan asam akrilat dengan jenis reaktor *multi tubular fixed bed* (R-01) dengan katalis *vanadium phosphorus oxide*. Kondisi operasi pembuatan asam akrilat adalah 370°C dan tekanan 1,1 bar. Reaksi yang terjadi sebagai berikut:



Pabrik pembuatan Asam Akrilat ini berbentuk Perseroan Terbatas (PT) yang pimpinannya adalah Direktur Utama. Sistem organisasi perusahaan ini adalah *line and staff* dengan jumlah karyawan sebanyak 105 orang. Hasil dari analisa ekonomi Pra-rencana Pabrik Pembuatan Asam Akrilat sebagai berikut :

• <i>Total Capital Investment</i>	= US \$ 94.692.265,32
• <i>Selling Price per Year</i>	= US \$ 169.492.598,12
• <i>Total Production Cost</i>	= US \$ 124.716.465,08
• <i>Annual Cash Flow</i>	= US \$ 35.816.083,39
• <i>Pay Out time</i>	= 3,78 tahun
• <i>Rate of Return</i>	= 30,74%
• <i>Discounted Cash Flow</i>	= 36,86%
• <i>Break Even Point</i>	= 36,05%
• <i>Service Life</i>	= 11 tahun

Indralaya, Agustus 2019

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing Tugas Akhir



Selpiana, S.T., M.T  
NIP. 197809192003122001



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Memasuki tahun 2018, Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA) mulai diberlakukan untuk negara-negara yang tergabung dalam ASEAN. Masyarakat Ekonomi ASEAN merupakan bentuk kerjasama antar anggota negara-negara ASEAN yang terdiri dari Indonesia, Filipina, Brunei Darussalam, Malaysia, Kamboja, Myanmar, Vietnam, Singapura, Laos, dan Thailand. Melalui Masyarakat Ekonomi ASEAN, terjadi pemberlakuan perdagangan bebas antar negara-negara tersebut. Dengan tujuan meningkatkan daya saing Indonesia dalam perdagangan bebas, perlu dilakukan percepatan pembangunan sektor industri.

Kebutuhan bahan kimia dasar yang mendorong negara Indonesia dalam memproduksi bahan-bahan kimia yang sangat diperlukan pemakainya, karena sebelumnya negara Indonesia masih mengimpor bahan kimia dari negara lain. Untuk mengurangi hal tersebut, maka Indonesia perlu mendirikan Industri-industri kimia, khususnya dalam pembuatan Asam Akrilat. Asam akrilat ini sendiri merupakan bentuk sederhana dari asam karboksilat tak jenuh. Asam akrilat memiliki nama IUPAC *propenoic acid* dengan rumus kimia  $\text{CH}_2\text{CHCOOH}$ . Asam akrilat berwujud cair pada suhu kamar, berbau tajam, dan tak berwarna.

Asam akrilat adalah bahan kimia yang terbilang penting karena merupakan *intermediate* dari banyak bahan kimia lain dan juga aplikasinya yang sangat luas. Asam akrilat digunakan untuk ester akrilik, polimer akrilik, serta turunan lainnya. Berdasarkan aplikasinya, asam akrilat merupakan bahan untuk industri pelapis, perekat, aditif plastik, surfaktan, flokulan, tekstil, kosmetik, dan cat.

Pendirian pabrik asam akrilat di Indonesia diharapkan mampu mencukupi kebutuhan asam akrilat di dalam negeri serta dapat memenuhi kebutuhan di kawasan negara-negara ASEAN lainnya dan dapat meningkatkan pemasukan negara dari sektor pajak, menciptakan lapangan pekerjaan, serta mendorong pertumbuhan industri turunan asam akrilat di Indonesia.

## 1.2. Sejarah dan Perkembangan

Asam akrilat telah diproduksi secara komersil sejak tahun 1920, tetapi produksi secara besar baru dilakukan pada tahun 1925. Produksi asam akrilat pertama kali menggunakan metode *Acetylene Route*, dimana proses ini di temukan oleh Walter Reppe. Penemu mereaksikan *nickel carbonyl* dengan asetilen dan air untuk menghasilkan asam akrilat. Proses Reppe ini dimodifikasi oleh Rohm dan Haas pada tahun 1976 di Houston dan menghasilkan proses Oksidasi Propilen.

Di negara Amerika ada 5 perusahaan penghasil asam akrilat di antaranya :

1) Rohm dan Hass. Co

Perusahaan ini menggunakan proses semi katalitik yang menggunakan alkohol, *nickel carbonyl*, *carbon monoxide*, dan *hydrogen chloride*.

2) Union Carbide Operate

Perusahaan ini merupakan perusahaan yang pertama kali menggunakan proses oksidasi propilen untuk menghasilkan asam akrilat.

3) Celanese

Perusahaan ini telah mendapatkan izin dari B.F. Goodrich dan dalam pembuatannya menggunakan proses *propiolactone route*.

4) Dow Badische Operate

Perusahaan ini menggunakan Proses Reppe pada tekanan tinggi dengan proses esterifikasi untuk menghasilkan *etyl*, *butyl*, dan *2-ethylhexyl ester* dan *acrylic acid*.

5) B.F. Goodrich

Perusahaan ini menggunakan *propiolactone route* untuk menghasilkan asam akrilat.

## 1.3. Macam-macam Proses Pembuatan

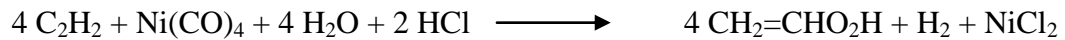
Pada proses pembuatan asam akrilat dapat dilakukan melalui 6 cara, yaitu :

1) *Acetylene Route*

Pada proses ini, pembuatan asam akrilat dilakukan dengan memisahkan *nickel chloride* dan mengembalikannya ke reaksi sintesa *nickel carbonyl*. Proses ini

menghasilkan produk samping berupa *propionic acid* yang sangat susah untuk di pisahkan dari asam akrilat.

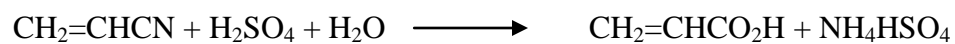
Reaksi :



2) *Acrylonitrile Route*

Proses ini merupakan proses hidrolisa *sulfuric acid* dan akrilonitril. Akrilonitril direaksikan dengan asam sulfat dan air yang berlebih pada suhu 100°C menghasilkan asam akrilat. Kelemahan proses ini yaitu bahan baku yang digunakan relatif mahal.

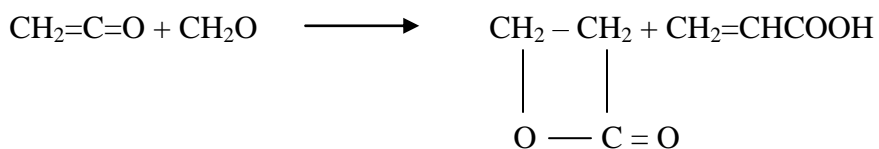
Reaksi :



3) *Ketene Route*

Proses ini menggunakan bahan baku asam asetat atau aseton yang dipirolisis menjadi ketene, kemudian ketene direaksikan dengan formaldehida menghasilkan β-propiolakton. Lakton ini diubah menjadi asam akrilat.

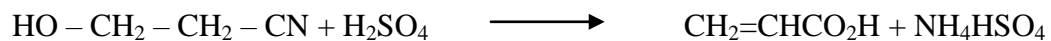
Reaksi :



4) *Ethylene Cyanohidrin Route*

Proses ini merupakan proses hidrolisa antara etilen sianohidrin dan asam sulfat dengan produk samping amonium sulfat dari 85% asam sulfat.

Reaksi :

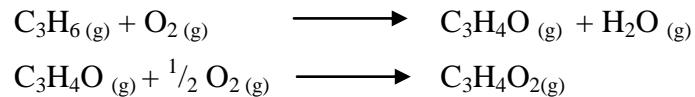


5) *Propylene Oxidation Route*



Proses yang sangat ekonomis dalam pembuatan asam akrilat yang didasarkan pada 2 tahapan, pertama menghasilkan *acrolein* kemudian dioksidasi menjadi asam akrilat.

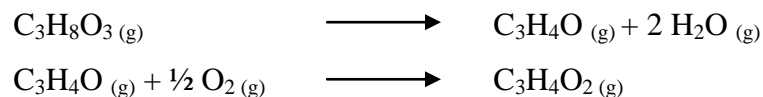
Reaksi :



#### 6) *Glycerol Dehydration-Acrolein Oxidation Route*

Proses ini dilakukan dengan bahan baku berupa gliserol. Gliserol didehidrasi menjadi akrolein dengan bantuan katalis, kemudian akrolein dioksidasi dengan bantuan katalis menjadi asam akrilat.

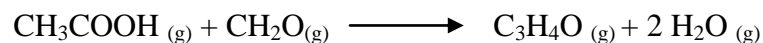
Reaksi :



#### 7) *Condensation Acetic Acid and Formaldehyde*

Proses ini merupakan proses yang baru dikembangkan oleh para ahli. Proses ini dilakukan melalui reaksi kondensasi aldol antara asam asetat dan formaldehida dengan dibantu katalis membentuk asam akrilat.

Reaksi :



### 1.4. Sifat Fisika

Sifat fisika bahan baku, katalis, dan produk merupakan salah satu informasi dalam desain suatu pabrik. Berdasarkan Yaws 1999, informasi khusus sifat fisika dan kimia untuk pabrik pembuatan asam akrilat menggunakan proses US 9,771,314 B2.

#### a) Asam Asetat

Rumus molekul :  $\text{CH}_3\text{COOH}$

Massa molekul : 60,053 gr/mol

Fase pada suhu kamar : Liquid

Titik beku : 16,66°C  
Titik didih : 117,9°C  
Temperatur kritis : 319,56°C  
Tekanan kritis : 57,9 bar

b) Asam Format

Rumus molekul : CH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>  
Massa molekul : 46,025 gr/mol  
Fase pada suhu kamar : Liquid  
Titik beku : 8,3°C  
Titik didih : 100,06°C  
Temperatur kritis : 306,85°C

c) Asetaldehida

Rumus molekul : CH<sub>3</sub>COH  
Massa molekul : 44,053 gr/mol  
Fase pada suhu kamar : Liquid  
Titik beku : -123°C  
Titik didih : 20,4°C  
Temperatur kritis : 187,85°C  
Tekanan kritis : 55,7 bar

d) Formaldehida

Rumus molekul : CH<sub>2</sub>O  
Massa molekul : 30,026 gr/mol  
Fase pada suhu kamar : Liquid  
Titik beku : -117,2°C  
Titik didih : -19,2°C  
Temperatur kritis : 134,85°C  
Tekanan kritis : 65,9 bar

e) Metanol

Rumus molekul : CH<sub>4</sub>O

Massa molekul : 32,042 gr/mol

Fase pada suhu kamar : Liquid

Titik beku :  $-97,7^{\circ}\text{C}$

Titik didih :  $64,6^{\circ}\text{C}$

Temperatur kritis :  $239,45^{\circ}\text{C}$

Tekanan kritis : 81 bar

f) Air

Rumus molekul :  $\text{H}_2\text{O}$

Massa molekul : 18,015 gr/mol

Fase pada suhu kamar : Liquid

Titik beku :  $0^{\circ}\text{C}$

Titik didih :  $100^{\circ}\text{C}$

Temperatur kritis :  $374,15^{\circ}\text{C}$

Tekanan kritis : 220,5 bar

g) Asam Akrilat

Rumus molekul :  $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_2$

Massa molekul : 72,064 gr/mol

Fase pada suhu kamar : Liquid

Titik beku :  $11,8^{\circ}\text{C}$

Titik didih :  $140,8^{\circ}\text{C}$

Temperatur kritis :  $341,85^{\circ}\text{C}$

Tekanan kritis : 56,7 bar

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2012. *Asam Akrilat*. Badan POM RI: Jakarta.
- Anonim. 2013. *Formalin 37%*. (online) <http://www.intanwijaya.com/products>. (Diakses 29 Oktober 2018).
- Anonim. 2013. *Acetic Acid (CH<sub>3</sub>COOH)*. (online). <http://www.acidatama.co.id/produk-chemical-detail>. (Diakses 29 Oktober 2018).
- Anonim. 2015. *Economic Indicators*. (online) <http://www.chemengonline.com/pci>. (Diakses 27 Oktober 2018).
- Anonim. 2015. *Indeks Harga Perdagangan Besar Bahan Bangunan/konstruksi Indonesia 2002-2015*. (online). [http://www.bps.go.id/website/tabelExcelIndo/indo\\_20\\_1458.xls](http://www.bps.go.id/website/tabelExcelIndo/indo_20_1458.xls). (Diakses 29 Oktober 2018).
- Anonim. 2015. *Standar Satuan Harga Pemerintah Kabupaten Cilacap tahun 2015*. (online). [http://www.cilacapkab.go.id/v2/files/7\\_Lampiran%207%20\(Material\)2015.pdf](http://www.cilacapkab.go.id/v2/files/7_Lampiran%207%20(Material)2015.pdf). (Diakses 29 Oktober 2018).
- Anonim. 2016. *Acetic Acid 99,8%*. (online). <http://www.alibaba.com/trade/search?searchtext=acetic%20acid%2099.8%25min>. (Diakses 29 Oktober 2018).
- Anonim. 2016. *Acrylic Acid 99,5%*. (online). <http://www.alibaba.com/trade/search?searchtext=acrylic%20acid%2099.5%25min>. (Diakses 29 Oktober 2018).
- Anonim. 2016. *Caltex Marine and Industrial Diesel Fuel*. (online) <http://www.caltex.com/my/business/commercial-and-industrial-products/marine-and-industrial-diesel-fuel.html>.
- Anonim. 2016. *Foreign Exchange Rates*. (online). <http://www.bi.go.id/en/moneter/informasi-kurs/transaksi-bi/Default.aspx>. (Diakses 29 Oktober 2018).
- Anonim. 2016. *Formalyne 37%*. (online). <http://www.alibaba.com/trade/search?searchtext=formalyne%2037%25min>. (Diakses 29 Oktober 2018).
- Anonim. 2016. *Kurs Dollar*. (online) <http://kursdollar.net/grafik/USD>. (Diakses 29 Oktober 2018).

- Brownell, L.E. and Young, E.H. 1979. *Process Equipment Design*. Wiley Eastern Limited: New York.
- Craig, B. D. dan Anderson, D. B. 1995. *Handbook of Corrosion Data*. ASM International: Colorado.
- Dwitanti, R. 2013. *Pra Rancangan Pabrik Asam Akrilat dengan Oksidasi Propylene Kapasitas 28.000 ton/tahun*. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Ezawa, T., M. Okada, dan Y. Arita. 2013. *Catalyst for Glycerin Dehydration and Process for Producing Acrolein, Process for Producing Acrylic Acid, and Process for Producing Hydrophilic Resin Each Using The Catalyst*. US Patent Publication No. 20130018161 A1
- Gaol, Chr. Jimmy L. 2008. *Sistem Informasi Manajemen : Pemahaman dan Aplikasi*. Jakarta : Grasindo.
- Haar, L., dan John S. G. 1978. *Thermodynamic Properties of Ammonia*. Jurnal Phys. Chem. Ref. Data, Volume 7, Nomor 3.
- Hadi, A. 2007. *Pengolahan Limbah Cair Industri*. Jurnal Prinsip Pengelolaan Pengambilan Sampel Lingkungan, (Hal: 1-40)
- Hartmann, M., dkk. 2017. *Process for Preparing Acrylic Acid From Formaldehyde and Acetic*. US Patent Publication No. 9,771,314 B2
- Ismail, S. 1999. *Alat Industri Kimia*. Unsri: Palembang
- Kern, D. Q. 1965. *Process Heat Transfer*. McGraw-Hill Book Co: New York.
- Levenspiel, Octave. 1999. *Chemical Reaction Engineering, Third Edition*. John Wiley & Sons Inc: USA.
- Ludwig, E. E., 1997. *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants, Volume 2, Third Edition*. Gulf Publishing Co: Houston
- McCabe, W. L., 1995. *Unit Operations of Chemical Engineering*. Mc Graw-Hill Book Co: New York.
- Matches. 2015. *Matche's Process Equipment Cost Estimates*. (online). [www.matche.com](http://www.matche.com). (Diakses 20 November 2018).

- Moriguchi, T. dan Y. Arita. 2013. *Process for Producing Acrylic Acid*. US Patent Publication No. 8,404,887 B2
- Mostefa, M. L. P. 2012. *Determination of The Solid-Liquid Phase Diagram of The Binary System Acrylic Acid-Propionic Acid*. Journal of Chemical & Engineering Data, (Hal: 1209-1212)
- Nagatsuta., dkk. 1987. *Vapor-Phase Aldol Condensation Of Formaldehyde With Acetic Acid on  $V_2O_5$ - $P_2O_5$  Catalysts*. Journal of Catalysis 107, 201-208 (1987).
- Nugroho, C dan A. Yoga. 2016. *Pra Rencana Pabrik Pembuatan Asam Akrilat Kapasitas 60.000 ton/tahun*. Skripsi. Universitas Sriwijaya.
- Perry, R. H. 1999. *Perry's Chemical Engineer's Handbook, 7<sup>th</sup> Edition*. McGraw-Hill Book Co: New York.
- Peters, M.S. dan K.D. Timmerhaus. 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers, Fourth Edition*. Mc Graw-Hill Book Co: New York.
- Peterson, C.J., dkk. 2015. *Processes for Producing Acrylic Acid and Acrylates*. US Patent Publication No. 9,193,661 B2
- Sinnot, R. K. 2005. *Coulson & Richardson's Chemical Engineering, Volume 6, Fourth Edition: Chemical Engineering Design*. Elsevier Butterworth-Heinemann: Oxford
- Smith, J.M. dan H. C. Van Ness. 2001. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, Sixth Edition*. Mc Graw-Hill Book Co: New York.
- Treyball, R.E. 1980. *Mass Transfer Operation*. McGraw-Hill Book Co: New York
- Walas, S.M. 1990. *Chemical Process Equipment Selection and Design*. Butterworth-Heinemann: New York.
- Welty et.al. 2008. *Fundamentals of Momentum, Heat, and Mass Transfer, Fifth Edition*. John Wiley & Sons Inc: USA.
- Werner, V.S. 2014. *Refrigerants and Specialities*. Tega: Wuerzburg.
- Winkle, M. V. 1967. *Distillation*. McGraw-Hill Book Co: New York.

Wiyono, P. *Harga Tanah di Kawasan Industri Kendal Dipatok 100 Dolar per Meter*.  
(online). <http://www.jatengtribunnews.com>. (Diakses 20 November 2018).

Yaws, C. L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. McGraw-Hill Book Co: New York.