

**PRA RENCANA
PABRIK PEMBUATAN ASAM AKRILAT
KAPASITAS 97.000 TON/TAHUN**



SKRIPSI

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

Disusun oleh:

**RISTA DIAH ANGGRAINI (03121003007)
SATRIAWAN (03121003039)**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDERALAYA
2018**

HALAMAN PENGESAHAN

**PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN ASAM AKRILAT
KAPASITAS 97.000 TON/TAHUN**

SKRIPSI

Duplikasi untuk melengkapi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana

Oleh:

Rista Diah Anggraini

NIM 03121003007

Satriawan

NIM 03121003039

Inderalaya, 27 Maret 2018

Pembimbing,

Ir. Hj. Rosdiana Moeksin, M.T.

NIP. 195608311984032002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia

Dr. Ir. H. Syaiful, DEA

NIP. 195810031986031003

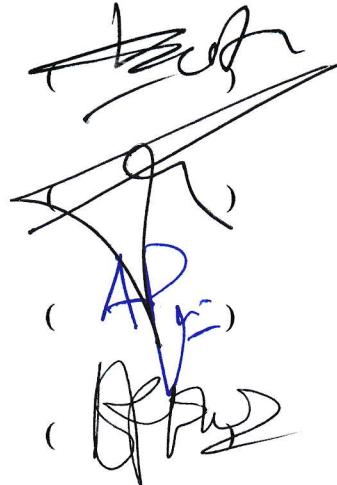
HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul “Pra Rencana Pabrik Pembuatan Asam Akrilat Kapasitas 97.000 Ton/Tahun” telah dipertahankan Rista Diah Anggraini dan Satriawan di hadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 15 Maret 2018.

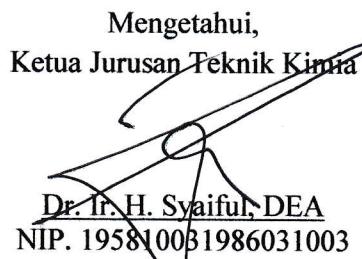
Indralaya, Maret 2018

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

1. Prof. Dr. Ir. Sri Haryati, DEA
NIP.195610241981032001
2. Dr. Ir. H. Syaiful, DEA
NIP.195810031986031003
3. Hj. Tuty Emilia Agustina, ST. MT. Ph.D.
NIP.197208092000032001
4. Ir. Rosdiana Mu'in, MT.
NIP.195604101985032001



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia
Dr. Ir. H. Syaiful, DEA
NIP. 195810031986031003



LEMBAR PERBAIKAN

Dengan ini menyatakan bahwa :

Rista Diah Anggraini	03121003007
Satriawan	03121003039

Judul :

“PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN ASAM AKRILAT KAPASITAS 97.000 TON/TAHUN”

Mahasiswa tersebut diatas telah menyelesaikan tugas perbaikan yang diberikan pada sidang sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 15 Maret 2018 oleh Dosen Pengaji :

1. Prof. Dr. Ir. Sri Haryati, DEA
NIP.195610241981032001
2. Dr. Ir. H. Syaiful, DEA
NIP.195810031986031003
3. Hj. Tuty Emilia Agustina, ST. MT. Ph.D.
NIP.197208092000032001
4. Ir. Rosdiana Mu'in, MT.
NIP.195604101985032001



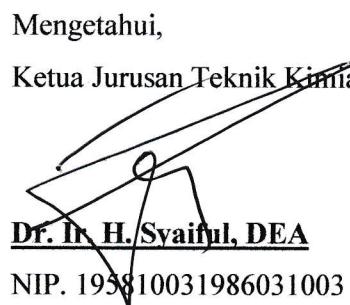
(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia



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

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rista Diah Anggraini
NIM : 03121003007
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan Asam Akrilat Kapasitas 97.000 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya dan patner atas nama Satriawan 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 paksaan dari siapapun.

Inderalaya, 27 Maret 2018



Rista Diah Anggraini
NIM 03121003007

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Satriawan
NIM : 03121003039
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan Asam Akrilat Kapasitas 97.000 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya dan patner atas nama Rista Diah Anggraini 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 paksaan dari siapapun.

Inderalaya, 27 Maret 2018



Satriawan

NIM 03121003039

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala berkah dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir yang berjudul “Pra Rencana Pabrik Pembuatan Asam Akrilat Kapasitas 97.000 Ton/Tahun”. Tugas akhir ini disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan kurikulum akademik yang ada di Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.

Dalam pelaksanaan dan penyusunan laporan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua Orang tua yang selalu memberikan do'a, semangat serta dukungan baik secara materil maupun moril.
2. Ibu Ir. Hj. Rosdiana Moeksin, M.T., selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
3. Semua pihak yang turut membantu dalam penyusunan tugas akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap agar laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Inderalaya, Maret 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PERBAIKAN	iv
PERNYATAAN INTEGRITAS	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR NOTASI	xv
ABSTRAK	xxii
FLOWSCHEET	xxiii
BAB I PEMBAHASAN UMUM	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Sejarah dan Perkembangan	2
1.3. Proses Pembuatan	2
1.4. Sifat-sifat Fisika dan Kimia	4
1.4.1. Bahan Baku	4
1.4.2. Bahan Penunjang	6
1.4.3. Produk	7
BAB II PERENCANAAN PABRIK	12
2.1. Alasan Pendirian Pabrik	12
2.2. Pemilihan Kapasitas	12
2.3. Pemilihan Bahan Baku	13
2.4. Pemilihan Proses	14
2.5. Uraian Proses	15

BAB III	LOKASI DAN LETAK PABRIK	18
3.1.	Lokasi Pabrik	18
3.2.	Tata Letak Pabrik	21
3.3.	Perkiraan Luas Tanah	22
BAB IV	NERACA MASSA DAN NERACA PANAS	24
4.1.	Neraca Massa	24
4.2.	Neraca Panas	35
BAB V	UTILITAS	44
5.1.	Unit Pengadaan <i>Steam</i>	44
5.1.1.	<i>Steam</i> Pemanas	44
5.1.2.	<i>Steam</i> Penggerak Turbin	45
5.2.	Unit Pengadaan Air	45
5.2.1.	Air Pendingin	45
5.2.2.	Air Umpam Boiler	47
5.2.3.	Air Proses	48
5.2.4.	Air Domestik	48
5.2.5.	Total Kebutuhan Air	49
5.3.	Unit Pengadaan Listrik	49
5.3.1.	Peralatan	49
5.3.2.	Penerangan Pabrik	50
5.4.	Unit Pengadaan Bahan Bakar	51
5.4.1.	<i>Saturated Steam</i>	51
5.4.2.	<i>Steam</i> Penggerak Turbin	52
BAB VI	SPESIFIKASI PERALATAN	54
BAB VII	ORGANISASI PERUSAHAAN	82
7.1.	Struktur Organisasi	82
7.2.	Manajemen Perusahaan	82
7.3.	Kepegawaian	83
7.3.1.	Peraturan Pekerjaan	83
7.3.2.	Waktu Kerja	83

7.4.	Penentuan Jumlah Pekerja	84
7.4.1.	<i>Direct Operation Labor</i>	84
7.4.2.	<i>Indirect Operation Labor</i>	85
BAB VIII	ANALISA EKONOMI.....	89
8.1.	Keuntungan (Profitabilitas)	89
8.2.	Lama Waktu Pengembalian Pinjaman	90
8.2.1.	Lama Pengembalian Modal TCI	90
8.2.2.	<i>Pay Out Time</i> (POT)	91
8.3.	Total Modal Akhir	92
8.3.1.	<i>Net Profit Over Total Life of The Project</i> (NPOTLP)	92
8.3.2.	<i>Total Capital Sink</i> (TCS)	93
8.4.	Laju Pengembalian Modal	94
8.4.1.	<i>Rate of Return on Investment</i> (ROR)	94
8.4.2.	<i>Discounted Cash Flow Rate of Return</i> (DCF-ROR)	94
8.5.	<i>Break Even Point</i> (BEP)	95
BAB IX	KESIMPULAN	98
BAB X	TUGAS KHUSUS	99
10.1.	Kolom Distilasi	99
10.2.	Reaktor	148
DAFTAR PUSTAKA		167
LAMPIRAN		169

DAFTAR TABEL

	halaman
1. Tabel 2.1. Data Impor Asam Akrilat Negara Asean	13
2. Tabel 2.2. Perbandingan Proses Pembuatan Asam Akrilat.....	14
3. Tabel 5.1. Kebutuhan <i>Steam</i>	44
4. Tabel 5.2. Kebutuhan Air Pendingin	46
5. Tabel 5.3. Peralatan	49
6. Tabel 7.1. Pembagian Jam Kerja Pekerja Shift	84
7. Tabel 7.2. Perincian Jumlah Karyawan	85
8. Tabel 8.1. Angsuran Pengembalian Modal TCI	91
9. Tabel 8.2. Kesimpulan Analisa Ekonomi	97
10. Tabel L.4.1. Indeks Harga Tahun 2010-2015	602
11. Tabel L.4.2. Daftar Harga Peralatan Tahun 2020	603
12. Tabel L.4.3. Daftar Gaji Karyawan per Bulan	606

DAFTAR GAMBAR

	halaman
1. Gambar 3.1.	Peta Lokasi Pabrik
2. Gambar 3.2.	Lokasi Pabrik Berdasarkan Google Maps
3. Gambar 3.3.	Tata Letak Pabrik
4. Gambar 3.4.	Tata Letak Peralatan
5. Gambar 7.1.	Struktur Organisasi Perusahaan
6. Gambar 8.1.	<i>Break Even Point (BEP)</i>
7. Gambar 10.1.	Gambaran Umum Distilasi
8. Gambar 10.2.	Neraca Bahan <i>Plate n</i>
9. Gambar 10.3.	Diagram Titik Didih
10. Gambar 10.4.	Skema Distilasi Sederhana
11. Gambar 10.5.	<i>Bottom</i> Distilasi
12. Gambar 10.6.	<i>Top</i> Distilasi
13. Gambar 10.7.	Bubble Cap Tray
14. Gambar 10.8.	Valve Tray
15. Gambar 10.9.	Sieve Tray
16. Gambar 10.10.	Tipe Packing
17. Gambar 10.11.	Aliran <i>Liquid</i> dan <i>Vapor</i>
18. Gambar 10.12.	Aliran pada tiap <i>Plate</i>
19. Gambar 10.13.	Diagram Skematik pada Sieve Tray with Downcomer...
20. Gambar 10.14.	Aliran Uap dan <i>Liquid</i> pada Sieve tray
21. Gambar 10.15.	Kolom Distilasi-01 (KD-01)
22. Gambar 10.16.	Reaktor Alir Tangki Berpengaduk
23. Gambar 10.17.	Reaktor Alir Pipa
24. Gambar 10.18.	Reaktor Fixed Bed
25. Gambar 10.19.	Reaktor Multibed
26. Gambar 10.20.	<i>Multitube Reaktor</i>
27. Gambar 10.21.	<i>Fluidized Bed Reactor</i>
28. Gambar 10.22.	<i>Fixed Bed Multitubular Reactor</i>

29. Gambar 10.23. Reaktor-01 (R-01)	157
30. Gambar 10.24. Aliran pada Reaktor-01	164
31. Gambar 10.25. Dimensi Reaktor-01.....	165
32. Gambar 10.26. <i>Layout Tube</i> dalam Reaktor-01	166
33. Gambar 10.27. Susunan <i>Tube</i> dalam Reaktor-01.....	166

DAFTAR LAMPIRAN

	halaman
1. Lampiran 1. Perhitungan Neraca Massa	169
2. Lampiran 2. Perhitungan Neraca Panas	228
3. Lampiran 3. Perhitungan Spesifikasi Peralatan	311
4. Lampiran 4. Perhitungan Ekonomi	602
5. Lampiran 5. <i>Flowsheet</i>	610
6. Lampiran 6. <i>Patent</i>	611

DAFTAR NOTASI

ABSORBER

ρ_g	=	Densitas gas, lb/ft ³
ρ_l	=	Densitas liquid, lb/ft ³
μ	=	Viscositas, cp
G'	=	Flowrate fase gas, kg/jam
L'	=	Flowrate fase liquid, kg/jam
A	=	Tower cross section area, m ²
D	=	Diameter kolom, m
D_G	=	Diffusitas gas, m ² /s
D_L	=	Diffusitas liquid, m ² /s
T	=	Temperatur, K
N_{toG}	=	Number of transfer unit, m
H_{toG}	=	Tinggi transfer unit, m
S	=	Working stress yang diizinkan, atm
C	=	Tebal korrosion yang diizinkan, m
T	=	Tebal dinding vessel, m

COOLER, PARTIAL CONDENSER, CONDENSER, HEAT EXCHANGER, HEATER, REBOILER, VAPORIZER

A	=	Area perpindahan panas, ft ²
a_a, a_p	=	Area pada annulus, inner pipe, ft ²
a_s, a_t	=	Area pada shell, tube, ft ²
a''	=	external surface per 1 in, ft ² /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 ² /in ²
G_a	=	Laju alir massa fluida pada annulus, lb/jam.ft ²
G_p	=	Laju alir massa fluida pada inner pipe, lb/jam.ft ²

G_s	=	Laju alir massa fluida pada shell, lb/jam.ft ²
G_t	=	Laju alir massa fluida pada tube, lb/jam.ft ²
g	=	Percepatan gravitasi
h	=	Koefisien perpindahan panas, Btu/jam.ft ² .°F
$h_{i,hi}$	=	Koefisien perpindahan panas fluida bagian dalam dan luar tube
jH	=	Faktor perpindahan panas
k	=	Konduktivitas termal, Btu/jam.ft ² .°F
L	=	Panjang tube, pipa, ft
$LMTD$	=	Logaritmic Mean Temperature Difference, °F
N	=	Jumlah baffle
N_t	=	Jumlah tube
P_T	=	Tube pitch, in
ΔP_r	=	Return drop sheel, Psi
ΔP_s	=	Penurunan tekanan pada shell, Psi
ΔP_t	=	Penurunan tekanan tube, Psi
ID	=	Inside Diameter, ft
OD	=	Outside Diameter, ft
ΔP_T	=	Penurunan tekanan total pada tube, Psi
Q	=	Beban panas pada heat exchanger, Btu/jam
R_d	=	Dirt factor, Btu/jam.ft ² .°F
Re	=	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, Btu/jam.ft ² .°F
W	=	Laju alir massa fluida panas, lb/jam
w	=	Laju alir massa fluida dingin, lb/jam
μ	=	Viscositas, cp

KNOCK OUT DRUM

A	=	Area vessel, m ³
C	=	Tebal korosi yang diizinkan, m
D _v	=	Diameter vessel, m
E _j	=	Efisiensi penyambungan, dimensionless
h _v	=	Ketinggian permukaan liquid, m
L _v	=	Panjang vessel, m
P	=	Tekanan operasi, atm
q _L	=	Liquid volumetric flowrate, m ³ /s
q _v	=	Vapor volumetric flowrate, m ³ /s
S	=	Working stress yang diizinkan, atm
t	=	Tebal dinding vessel, m
u _L	=	Laju alir liquid, m/s
u _t	=	Settling velocity, m/s
u _v	=	Laju alir vapor, m/s
ρ _v	=	Densitas vapor, kg/m ³
ρ _L	=	Densitas liquid, kg/m ³

KOLOM DISTILASI

A _t	=	Area tower, m ²
A _a	=	Active area, m ²
A _d	=	Area downcomer, m ²
A _h	=	Area hole, m ²
A _n	=	Net area, m ²
C	=	Faktor korosi yang diizinkan, m
C _{vo}	=	Dry orifice coefficient, dimensionless
C _{sb}	=	Kapasitas uap, m/det
D _T	=	Diameter tower, m
D _s	=	Designment space, m
E _j	=	Joint efisiensi, dimensionless
E _o	=	Overall tray pengelasan, dimensionless
e	=	Total entrainment, kg/det

F	=	Faktor flooding, dimensionless
F_{LV}	=	Parameter aliran, dimensionless
f	=	Faktor friksi
g	=	Konstanta kecepatan gravitasi, m/s ²
H	=	Tinggi kolom, m
h_{dc}	=	Tinggi aerated mass, cm
hk	=	Heavy component
h_a	=	Aerated liquid drop, cm
h_f	=	Heighth of froth, cm
how	=	Heighth liquid crust over weir, cm
hw	=	Tinggi weir, cm
L	=	Tinggi liquid, m
L_k	=	Light component
L_f	=	Jarak antar weir, n
N	=	Jumlah plate
N_{act}	=	Jumlah plate aktual
N_{m+1}	=	Jumlah plate minimum
P	=	Tekanan desain, atm
Q	=	Liquid volumetrik flowrate, m/det
Q_v	=	Vapour volumetrik flowrate, m/det
R	=	Reflux ratio
R_m	=	Reflux minimum
R_{eh}	=	Reynold modulus
R_h	=	Radius hidrolik, m
S	=	Working stress, atm
S	=	Plate teoritis pada aktual refluks
S_m	=	Stage teoritis termasuk reboiler
t	=	Tebal dinding kolom, m
U_f	=	Kecepatan aerated mass, m/det
U_n	=	Kecepatan uap yang dibasiskan pada total area, m/det
U_{nf}	=	Kecepatan flooding yang dibasiskan pada total area, m/det

U_n	=	Ideal downcomer design velocity, m/det
V	=	Aliran uap pada rectifying section, kg/s
V_d	=	Kecepatan liquid downcomer, m/s
X_D	=	Mol fraksi destilat
X_{Dhk}	=	Mol fraksi heavy key pada destilat
X_{Dlk}	=	Mol fraksi light key pada destilat
X_B	=	Mol fraksi bottom
X_F	=	Mol fraksi umpan
α_D	=	Relatif volatility hasil atas
α_B	=	Relatif volatility hasil bawah
μ	=	Viskositas, cp
ρ_v	=	Densitas uap, kg/m ³
ρ_l	=	Densitas liquid, kg/m ³

KOMPRESOR

N_s	=	Jumlah stage
G_v, g_l	=	Volumetrik, flowrate gas, liquid, kg/jam
Cfm	=	Cubic feed per menit
P_w	=	Power yang dibutuhkan, HP
P	=	Tekanan, Psi
K	=	Ratio cp/cv, dimensionless
R_c	=	ratio kompresor, dimensionless
ρ_v, ρ_l	=	Densitas gas, liquid, kg/m ³

POMPA

A	=	Area alir pipa, in ²
ID	=	Diameter optimum dalam pipa baja, in
D_{opt}	=	Diameter optimum pipa, in
g_c	=	Percepatan gravitasi, ft/det ²
$H_f suc$	=	Total friksi pada suction, ft
$H_f dis$	=	Total friksi pada discharge, ft
H_d	=	Discharge head, ft

H_s	=	Suction head, ft
H_{fs}	=	Friksi pada permukaan pipa, ft
H_{fc}	=	Friksi karena kontraksi tiba-tiba, ft
K_c	=	Contraction loss, ft
K_e	=	Expansion loss, ft
L	=	Panjang pipa, m
L_e	=	Panjang ekivalen pipa, m
ΔP	=	Total static head, ft
V_L	=	Volume fluida, lb/jam
V	=	Kecepatan alir, ft/det
W_s	=	Work shaft, ft lbf/lbm
f	=	Faktor friksi
ρ	=	Densitas, lb/ft ³
μ	=	Viskositas, cp
ε	=	Ekivalen roughness, dimensionless
η	=	Efisiensi, dimensionless

REAKTOR

C	=	Korosi yang diizinkan, m
D_{AB}	=	Diameter molekul A, molekul B, m
D, D_s	=	Diameter tube, shell (reaktor), m
E	=	Energi aktivasi
F_{A0}	=	Laju alir umpan, kmol/jam
H_S	=	Tinggi head, m
H_R	=	Tinggi reaktor, m
H_T	=	Tinggi tube, m
ID	=	Diameter tube, in
g_c	=	Percepatan gravitasi, ft/det ²
k	=	Konstanta kecepatan reaksi
k	=	Konstanta Boltzman, $1,38 \times 10^{-16}$
L	=	Panjang tube, ft
N	=	Konstanta avogadro, $6,023 \times 10^{23}$

Nt	=	Jumlah tube
OD	=	Diameter luar tube, in
P _T	=	Tube pitch, in
P	=	Tekanan operasi, atm
S	=	Working stress yang diizinkan, atm
T	=	Temperatur operasi, °C
t	=	Tebal dinding reaktor, m
V _s	=	Volume head
V _R	=	Volume reaktor, m ³
V _T	=	Volume total, m ³
V _K	=	Volume katalis, m ³
W _K	=	Berat katalis, kg
X _a	=	Konversi
ΔP	=	Perbedaan tekanan, atm
ρ	=	Densitas, lb/ft ³

TANGKI DAN ACCUMULATOR

C	=	Tebal korosi yang diizinkan, m
D _T	=	Diameter tangki, m
E	=	Efisiensi penyambungan, dimensionless
H _s	=	Tinggi silinder, m
H _T	=	Tinggi tangki, m
h	=	Tinggi head, m
P	=	Tekanan operasi, atm
S	=	Working stress yang diizinkan, atm
t	=	Tebal dinding tangki, m
V _s	=	Volume silinder, m ³
V _e	=	Volume elipsoidal, m ³
V _t	=	Volume tangki, m ³

ABSTRAK

PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN ASAM AKRILAT KAPASITAS 97.000 TON/TAHUN

Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi, 15 Maret 2018

Rista Diah Anggraini dan Satriawan; Dibimbing oleh Ir. Hj. Rosdiana Moeksin MT

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xxiii + 639 halaman, 12 tabel, 33 gambar, 6 lampiran

ABSTRAK

Pabrik Asam Akrilat direncanakan berlokasi di Karang Anyar, Jawa Tengah. Pabrik ini meliputi area seluas 7 Ha dengan kapasitas 97.000 ton/tahun. Proses pembuatan Asam Akrilat ini menggunakan proses Aldol Kondensasi yang mengacu pada patent US 2017/9593065 B2. Pembentukan Asam Akrilat terjadi di dalam reaktor *mutitubular fixed bed* dengan konversi metanol pada reaktor 1 dan reaktor 2 berturut-turut 95% dan 98%. Kondisi operasi pada reaktor 1 adalah 1,3 atm 650°C sedangkan pada reaktor 2 adalah 1,1 atm 320 °C dengan katalis *Silver Oxide* dan *Vanadium Phosphorus Oxide*.

Pabrik ini merupakan perusahaan yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi *line and staff*, yang dipimpin oleh seorang direktur utama dengan jumlah pekerja 149 orang. Berdasarkan hasil analisa ekonomi, maka Pabrik Pembuatan Asam Akrilat ini dinyatakan layak didirikan, diantaranya:

- | | |
|----------------------------------|-----------------------|
| a) Total Capital Invesment (TCI) | = US\$ 69.368.529,98 |
| b) Hasil penjualan pertahun | = US\$ 291.000.000,00 |
| c) Biaya produksi pertahun | = US\$ 208.858.207,49 |
| d) Laba bersih pertahun | = US\$ 58.442.194,10 |
| e) Pay Out Time | = 1,1 tahun |
| f) Rate of Return On Investment | = 76,96 % |
| g) Break Even Point | = 37,17 % |
| h) Service Life | = 11 tahun |

Kata Kunci : Analisa ekonomi, Pabrik Asam Akrilat, Spesifikasi Peralatan
Kepustakaan :

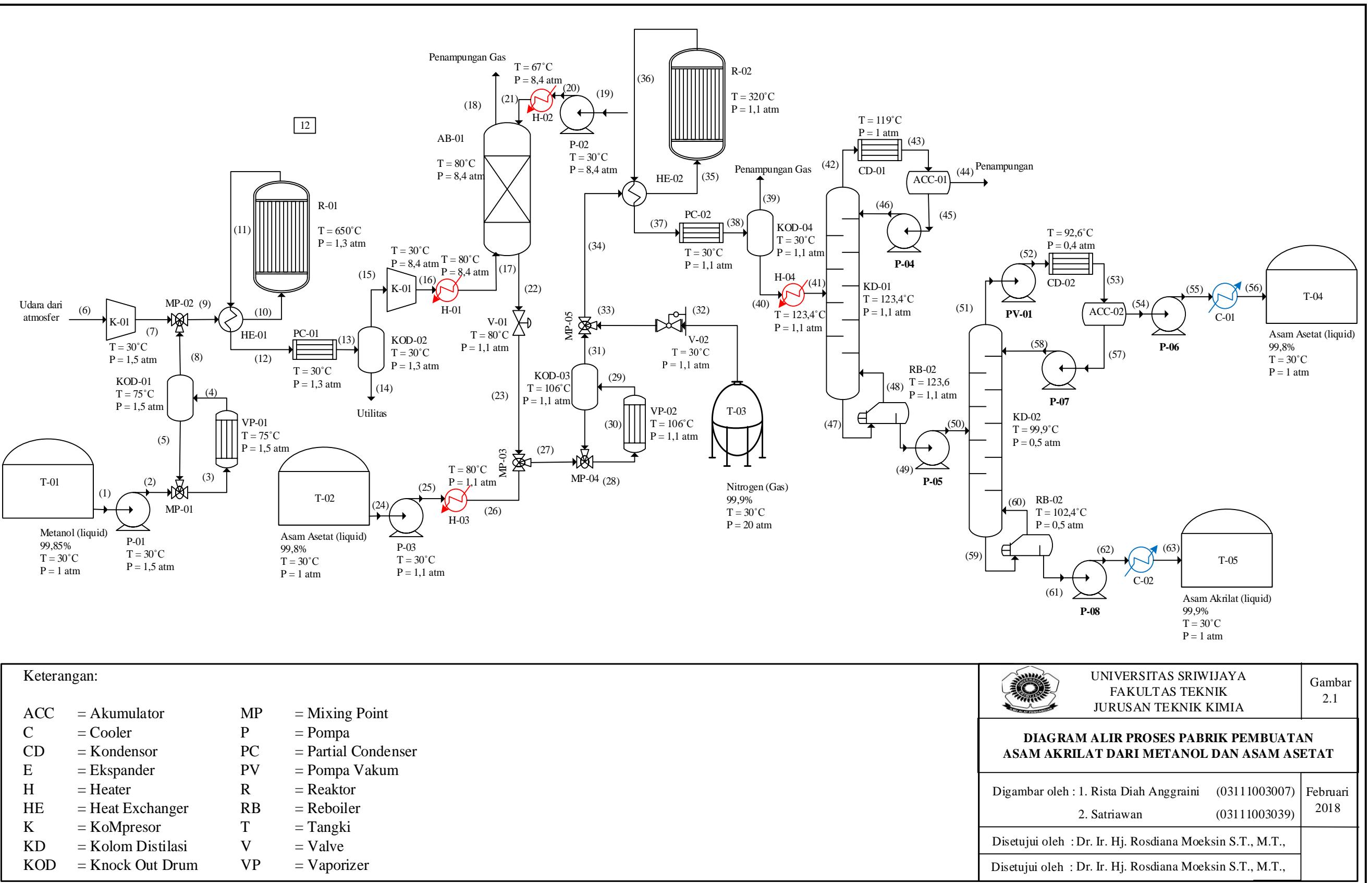
Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia

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

Inderalaya, Maret 2018

Menyetujui,
Pembimbing,

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



BAB I

PEMBAHASAN UMUM

1.1. Latar Belakang

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

Salah satu wujud pembangunan tersebut adalah pembangunan sektor industri kimia di Indonesia. Pembangunan industri kimia di Indonesia diharapkan dapat bersaing dalam perdagangan bebas dan mengurangi ketergantungan impor bahan kimia dari negara lain. Sektor andalan ini ditargetkan terus berkembang sehingga menjadi penggerak utama dalam pertumbuhan industri dan ekonomi nasional.

Industri kimia yang diperkirakan mampu bersaing adalah industri pembuatan asam akrilat. Asam akrilat merupakan bentuk sederhana dari asam karboksilat tak jenuh. Asam akrilat memiliki nama IUPAC *propenoic acid* dan rumus kimia CH_2CHCOOH . Asam akrilat berwujud cair pada suhu kamar, tak berwarna dan berbau tajam. Asam akrilat digunakan untuk ester akrilik, polimer akrilik dan turunan lainnya. Berdasarkan jenis aplikasinya, asam akrilat merupakan bahan untuk industri pelapis, perekat, aditif plastik, surfaktan, flokulan, tekstil, kosmetik serta cat.

Pendirian pabrik asam akrilat di Indonesia diharapkan dapat memenuhi kebutuhan asam akrilat dalam negeri dan kawasan ASEAN, dapat memperkecil ketergantungan Indonesia akan impor bahan-bahan kimia dari luar negeri, terutama Asam Akrilat yang juga dapat dijadikan komoditi ekspor. Hal ini tentunya akan berimbas terhadap penghematan devisa negara dan dapat menambah devisa negara.

Tak hanya itu, pendirian pabrik Asam Akrilat ini dapat memicu pertumbuhan industri-industri yang lain di Indonesia, sehingga akan membuka lapangan kerja baru dan memperluas kesempatan kerja bagi masyarakat.

1.2. Sejarah dan Perkembangan

Asam akrilat diproduksi secara komersil sejak tahun 1920, tetapi sebagian besar digunakan pada tahun 1925. Pertama kali asam akrilat diproduksi dengan metode *Acetylene Route*, penemu dari proses ini adalah Walter Reppe. Proses ini mereaksikan Nikel Karbonil dengan *Acetylene* dan Air untuk menghasilkan Asam Akrilat. Proses Reppe dimodifikasi oleh Rohm dan Haas di Houston pada tahun 1976 dan hasil modifikasi itu adalah Proses Oksidasi Propilene. Setelah ditemukannya proses oksidasi maka proses *Acetylene Route* tidak digunakan lagi.

Di Amerika hanya ada lima perusahaan penghasil Asam Akrilat yaitu:

1) Rohm dan Haas.Co

Perusahaan ini menggunakan proses semi katalitik yang menggunakan alkohol, nikel karbonil, karbon monoksida dan hidrogen klorida.

2) Union Cabide Operate

Merupakan perusahaan yang pertama kali menggunakan oksidasi propilen untuk menghasilkan Asam akrilat.

3) Celanese

Perusahaan ini mendapat izin dari B. F. Goodrich dan menggunakan β -*Propilaction route*.

4) Dow Badische Operate

Menggunakan Reppe proses tekanan tinggi pada proses tekanan tinggi pada proses esterifikasi untuk menghasilkan etil, butil dan 2-etil heksil ester menjadi Asam Akrilat.

5) B. F. Goodrich

Menggunakan *propilacton route* untuk menghasilkan Asam Akrilat.

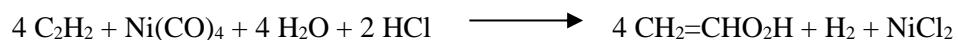
1.3. Proses Pembuatan

Proses pembuatan asam akrilat dapat dilakukan dengan 7 cara:

1) Acetylene Route

Pembuatan asam akrilat secara komersil dilakukan dengan memisahkan nikel klorida dan mengembalikannya ke reaksi sintesa nikel karbonil. Proses ini menghasilkan produk samping yaitu asam propionat yang sangat sulit dipisahkan dari asam akrilat.

Reaksi:



2) Acrylonitrile Route

Proses ini adalah proses hidrolisa asam sulfat dan akrilonitril. Akrilonitril direaksikan dengan asam sulfat dan air yang berlebih pada suhu 100°C menghasilkan asam akrilat. Kelemahan proses ini adalah mahalnya bahan baku yang digunakan.

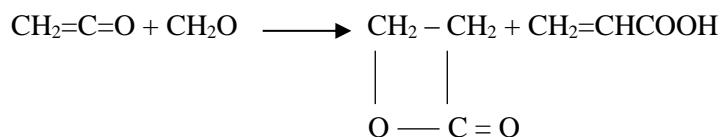
Reaksi:



3) Ketene Route

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

Reaksi:



4) Ethylene Cyanohidrin Route

Proses ini adalah proses hidrolisa antara *ethylene cyanohidrin* dan asam sulfat dengan produk samping amonium sulfat dari 85% asam sulfat.

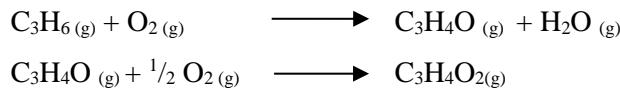
Reaksi:



5) Propylene Oxidation Route

Proses pembuatan asam akrilat yang didasarkan pada dua tahap oksidasi, pertama menghasilkan akrolein kemudian dioksidasi menjadi asam akrilat.

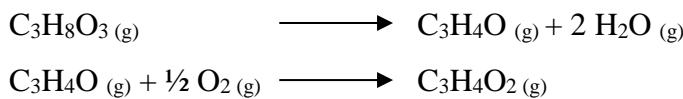
Reaksi:



6) *Glycerol Dehydration-Acrolein Oxidation Route*

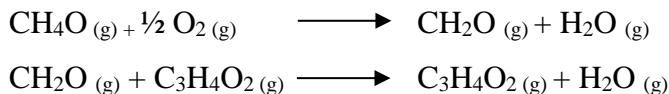
Proses ini memanfaatkan ketersediaan gliserol yang merupakan hasil samping produksi biodiesel. Gliserol didehidrasi menjadi akrolein dengan bantuan katalis, kemudian akrolein dioksidasi dengan bantuan katalis menjadi asam akrilat.

Reaksi:



7) *Aldol Condensation Catalyst Route*

Proses pembuatan terekonomis yang memanfaatkan bahan baku metanol, asam asetat dan udara. Metanol di oksidasi menjadi formaldehid dan selanjutnya di reaksikan dengan asam asetat untuk menjadi asam akrilat dengan bantuan katalis:



1.4. Sifat Fisika dan Sifat Kimia

1.4.1. Bahan Baku

1) Asam Asetat

Rumus molekul	: C ₂ H ₄ O ₂
Berat molekul	: 60,053 gram/mol
Wujud	: Cair
Warna	: Tidak berwarna
Titik beku (T _F)	: 289,81 K
Titik beku (T _F)	: 16,66 °C
Titik didih (T _B)	: 391,05 K
Titik didih (T _B)	: 117,9 °C
Temperatur kritis (T _C)	: 592,71 K
Temperatur kritis (T _C)	: 319,56 °C

Tekanan kritis (P_c)	: 57,86 bar
Volume kritis (V_c)	: 171 cm ³ /mol
Densitas (ρ)	: 1049 kg/m ³
Temperatur densitas	: 20 °C
Densitas kritis (ρ_c)	: 0,3512 gram/cm ³
Panas vaporasi (H_{vap})	: 23,697 J/mol
<i>Solubility</i>	: <i>miscible</i> pada H ₂ O, etanol, dietil eter, aseton, benzen; <i>soluble</i> pada kloroform, CS ₂

2) Oksigen

Rumus molekul	: O ₂
Berat molekul	: 31,999 gram/mol
Wujud	: Gas
Warna	: Tidak berwarna
Titik beku (T _F)	: 54,36 K
Titik beku (T _F)	: -218,79 °C
Titik didih (T _B)	: 90,17 K
Titik didih (T _B)	: -182,98 °C
Temperatur kritis (T _C)	: 154,58 K
Temperatur kritis (T _C)	: -118,57 °C
Tekanan kritis (P_c)	: 50,43 bar
Volume kritis (V_c)	: 73,4 cm ³ /mol
Densitas (ρ)	: 1149 kg/m ³
Temperatur densitas	: -183 °C
Densitas kritis (ρ_c)	: 0,436 gram/cm ³
Panas vaporasi (H_{vap})	: 6824 J/mol
<i>Solubility</i>	: <i>slightly soluble</i> pada H ₂ O, etanol, solven organik

3) Metanol

Rumus molekul	: CH ₄ O
Berat molekul	: 32,042 gram/mol

Wujud	: Cair
Warna	: Tidak berwarna
Titik beku (T_F)	: 175,47 K
Titik beku (T_F)	: -97,68 °C
Titik didih (T_B)	: 337,85 K
Titik didih (T_B)	: 64,7 °C
Temperatur kritis (T_c)	: 512,58 K
Temperatur kritis (T_c)	: 239,43 °C
Tekanan kritis (P_c)	: 80,96 bar
Volume kritis (V_c)	: 117,8 cm ³ /mol
Densitas (ρ)	: 791 kg/m ³
Temperatur densitas	: 20 °C
Densitas kritis (ρ_c)	: 0,272 gram/cm ³
Panas vaporasi (H_{vap})	: 35,278 J/mol
<i>Solubility</i>	: <i>miscible</i> pada H ₂ O, etanol, dietil eter, aseton; <i>very soluble</i> pada benzen; <i>soluble</i> pada kloroform

1.4.2.Bahan Penunjang

1) Nitrogen

Rumus molekul	: N ₂
Berat molekul	: 28,013 gram/mol
Wujud	: Gas
Warna	: Tidak berwarna
Titik beku (T_F)	: 63,15 K
Titik beku (T_F)	: -210 °C
Titik didih (T_B)	: 77,35 K
Titik didih (T_B)	: -195,8 °C
Temperatur kritis (T_c)	: 126,1 K
Temperatur kritis (T_c)	: -147,05 °C
Tekanan kritis (P_c)	: 33,94 bar
Volume kritis (V_c)	: 90,1 cm ³ /mol
Densitas (ρ)	: 805 kg/m ³

Temperatur densitas	: -195 °C
Densitas kritis (ρ_c)	: 0,3109 gram/cm ³
Panas vaporasi (H_{vap})	: 5581 J/mol
<i>Solubility</i>	: <i>slightly soluble</i> pada H ₂ O, <i>insoluble</i> pada etanol

1.4.3. Produk

1) Formaldehid

Rumus molekul	: CH ₂ O
Berat molekul	: 30,026 gram/mol
Wujud	: Gas
Warna	: Tidak berwarna
Titik beku (T _F)	: 181,15 K
Titik beku (T _F)	: -92 °C
Titik didih (T _B)	: 254,05 K
Titik didih (T _B)	: -19,1 °C
Temperatur kritis (T _C)	: 408 K
Temperatur kritis (T _C)	: 134,85 °C
Tekanan kritis (P _C)	: 65,86 bar
Volume kritis (V _C)	: 105 cm ³ /mol
Densitas (ρ)	: 815 kg/m ³
Temperatur densitas	: -20 °C
Densitas kritis (ρ_c)	: 0,286 gram/cm ³
Panas vaporasi (H_{vap})	: 35,278 J/mol
<i>Solubility</i>	: <i>soluble</i> pada H ₂ O, etanol, kloroform; <i>miscible</i> pada etil eter, aseton, benzen

2) Asam Akrilat

Rumus molekul	: C ₃ H ₄ O ₂
Berat molekul	: 72,064 gram/mol
Wujud	: Cair
Warna	: Tidak berwarna
Titik beku (T _F)	: 286,65 K

Titik beku (T_F)	: 13,5 °C
Titik didih (T_B)	: 414,15 K
Titik didih (T_B)	: 141 °C
Temperatur kritis (T_c)	: 615 K
Temperatur kritis (T_c)	: 341,85 °C
Tekanan kritis (P_c)	: 56,6 bar
Volume kritis (V_c)	: 208 cm ³ /mol
Densitas (ρ)	: 1051 kg/m ³
Temperatur densitas	: 20 °C
Densitas kritis (ρ_c)	: 0,3465 gram/cm ³
Panas vaporasi (H_{vap})	: 46,055 J/mol
<i>Solubility</i>	: <i>miscible</i> pada H ₂ O, etanol, etil eter; <i>soluble</i> pada aseton, benzen, karbon tetra klorida

3) Air

Rumus molekul	: H ₂ O
Berat molekul	: 18,015 gram/mol
Wujud	: Cair
Warna	: Tidak berwarna
Titik beku (T_F)	: 273,15 K
Titik beku (T_F)	: 0 °C
Titik didih (T_B)	: 373,15 K
Titik didih (T_B)	: 100 °C
Temperatur kritis (T_c)	: 647,13 K
Temperatur kritis (T_c)	: 373,98 °C
Tekanan kritis (P_c)	: 220,55 bar
Volume kritis (V_c)	: 56 cm ³ /mol
Densitas (ρ)	: 998 kg/m ³
Temperatur densitas	: 20 °C
Densitas kritis (ρ_c)	: 0,322 gram/cm ³
Panas vaporasi (H_{vap})	: 40,683 J/mol

Solubility : *very soluble* pada etanol, metanol, aseton

4) Hidrogen

Rumus molekul	: H_2
Berat molekul	: 2,016 gram/mol
Wujud	: Gas
Warna	: Tidak berwarna
Titik beku (T_F)	: 13,95 K
Titik beku (T_F)	: -259,2 °C
Titik didih (T_B)	: 20,39 K
Titik didih (T_B)	: -252,76 °C
Temperatur kritis (T_C)	: 33,18 K
Temperatur kritis (T_C)	: -239,97 °C
Tekanan kritis (P_C)	: 13,13 bar
Volume kritis (V_C)	: 64,2 cm^3/mol
Densitas (ρ)	: 71 kg/m^3
Temperatur densitas	: -253 °C
Densitas kritis (ρ_c)	: 0,0314 gram/cm^3
Panas vaporasi (H_{vap})	: 904 J/mol
<i>Solubility</i>	: <i>slightly soluble</i> pada H_2O

5) Karbondioksida

Rumus molekul	: CO_2
Berat molekul	: 44,01 gram/mol
Wujud	: Gas
Warna	: Tidak berwarna
Titik beku (T_F)	: 216,58 K
Titik beku (T_F)	: -56,57 °C
Titik didih (T_B)	: 194,7 K
Titik didih (T_B)	: -78,45 °C
Temperatur kritis (T_C)	: 304,19 K

Temperatur kritis (T_c)	: 31,04 °C
Tekanan kritis (P_c)	: 73,82 bar
Volume kritis (V_c)	: 94 cm ³ /mol
Densitas (ρ)	: 777 kg/m ³
Temperatur densitas	: 20 °C
Densitas kritis (ρ_c)	: 0,4682 gram/cm ³
Panas vaporasi (H_{vap})	: 17,166 J/mol
<i>Solubility</i>	: <i>slightly soluble</i> pada H ₂ O

6) Karbonmonoksida

Rumus molekul	: CO
Berat molekul	: 28,01 gram/mol
Wujud	: Gas
Warna	: Tidak berwarna
Titik beku (T_f)	: 68,15 K
Titik beku (T_f)	: -205 °C
Titik didih (T_b)	: 81,7 K
Titik didih (T_b)	: -191,45 °C
Temperatur kritis (T_c)	: 132,92 K
Temperatur kritis (T_c)	: -140,23 °C
Tekanan kritis (P_c)	: 34,99 bar
Volume kritis (V_c)	: 93,1 cm ³ /mol
Densitas (ρ)	: 803 kg/m ³
Temperatur densitas	: -192 °C
Densitas kritis (ρ_c)	: 0,3009 gram/cm ³
Panas vaporasi (H_{vap})	: 6046 J/mol
<i>Solubility</i>	: <i>slightly soluble</i> pada H ₂ O; <i>soluble</i> pada benzen, asam asetat

7) Metil Asetat

Rumus molekul	: C ₃ H ₆ O ₂
---------------	--

Berat molekul	: 74,079 gram/mol
Wujud	: Cair
Warna	: Tidak berwarna
Titik beku (T_F)	: 175,15 K
Titik beku (T_F)	: -98 °C
Titik didih (T_B)	: 330,09 K
Titik didih (T_B)	: 56,94 °C
Temperatur kritis (T_C)	: 506,8 K
Temperatur kritis (T_C)	: 233,65 °C
Tekanan kritis (P_C)	: 46,9 bar
Volume kritis (V_C)	: 228 cm ³ /mol
Densitas (ρ)	: 934 kg/m ³
Temperatur densitas	: 20 °C
Densitas kritis (ρ_c)	: 0,3249 gram/cm ³
Panas vaporasi (H_{vap})	: 30,145 J/mol
<i>Solubility</i>	: <i>very soluble</i> pada H ₂ O, dietil eter, etanol

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1996. *Kriteria Perencanaan Air Bersih*. Direktorat Jenderal Cipta Karya Dinas Pekerjaan Umum: Jakarta
- Anonim. 2006. *Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri di Asia*. United Nations Environment Programme (online: www.energyefficiencyasia.org)
- Anonim. 2015. *Media Industri, Edisi No. 4*. Kementerian Perindustrian: Jakarta
- Craig, B. D. dan D. B. Anderson. 1995. *Handbook of Corrosion Data*. ASM International: Colorado
- Schulz, Lukas. Tonio Nicolai Woerz. 2017. *Process For Preparing Acrylic Acid From Methanol And Acetic Acid*. US Patent Publication No. 9,593,065 B2 A1
- Ismail, S. 1999. *Alat Industri Kimia*. Unsri: Palembang
- Kern, D. Q. 1965. *Process Heat Transfer*. McGraw-Hill Book Co: New York.
- Komariah dkk. 2009. *Tinjauan Teoritis Perancangan Kolom Distilasi untuk Prarencana Pabrik Skala Industri*. Jurnal Teknik Kimia Vol. 16 Nomor 4 Desember 2009: 19-27
- 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.
- 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, p.1209-1212
- Mullin, J. W. 2001. *Crystallization, Fourth Edition*. Butterworth-Heinemann: Oxford
- Perry, R. H. 1999. *Perry's Chemical Engineer's Handbook, 7th 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.

- 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.
- Winkle, M. V. 1967. *Distillation.* McGraw-Hill Book Co: New York.
- Yaws, C. L. 1999. *Chemical Properties Handbook.* McGraw-Hill Book Co: New York.