

SKRIPSI

**PRA RENCANA
PABRIK PEMBUATAN ASAM AKRILAT
KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN**



DESTARANI WIJAYA

NIM : 03031181320015

PUTRI YANTI

NIM : 03031281320027

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2017

HALAMAN PENGESAHAN
PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN
ASAM AKRILAT
KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN
SKRIPSI

Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana

Oleh:

Destarani Wijaya

NIM: 03031181320015

Putri Yanti

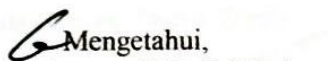
NIM: 03031281320027

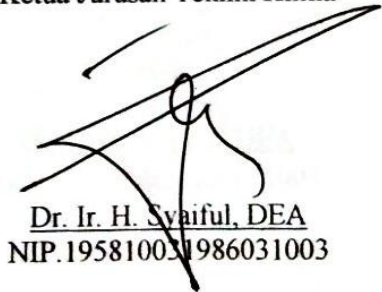
Palembang, Desember 2017

Pembimbing,



Ir. Hj. Farida Ali, DEA.
NIP. 19551081984032001

 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 100.000 Ton/Tahun" telah dipertahankan **Destarani Wijaya** dan **Putri Yanti** di hadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 08 November 2017.


Palembang, 08 November 2017

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

1. Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S., Ph.D.
NIP. 196009091987031004
()
2. Dr. Ir. Hj. Tri Kurnia Dewi, M. Sc.
NIP. 195207031983032001
()
3. Elda Melwita, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 197505112000122001
()
4. Ir. Hj. Siti Miskah, M.T.
NIP. 195602241984032002
()

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia


Dr. Ir. H. Syaiful DEA
NIP. 195810031986031003

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Destarani Wijaya
NIM : 03031181320015
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan Asam Akrilat Kapasitas
100.000 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya dan patner atas nama Putri Yanti 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, Desember 2017



Destarani Wijaya
Destarani Wijaya

NIM. 03031181320015

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Putri Yanti
NIM : 03031281320027
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan Asam Akrilat Kapasitas
100.000 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya dan patner atas nama Destarani Wijaya 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, Desember 2017



Putri Yanti

NIM. 03031281320027

ABSTRAK

PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN ASAM AKRILAT KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, 8 November 2017

Destarani Wijaya dan Putri Yanti; Dibimbing oleh Ir. Hj. Farida Ali,DEA.

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xxi + 478 halaman, 4 tabel, 8 gambar, 4 lampiran

ABSTRAK

Pabrik pembuatan Asam Akrilat berkapasitas 100.000 ton/tahun ini direncanakan untuk didirikan pada tahun 2022 berlokasi di Kawasan Industri Rembang, Jawa Tengah dengan luas area 2,8 ha. Proses pembuatan Asam Akrilat ini mengacu pada US Patent No. 2016/9458080 B2. Reaksi berlangsung pada reaktor *fixed bed multitube* menggunakan katalis Vanadium pentaoksida dan Titanium Pyrophosphate pada temperatur 370°C dan tekanan 1,1 atm. Untuk membangun dan mengoperasikan pabrik ini akan didirikan perusahaan berbentuk Perseroan Terbatas (PT) yang dipimpin oleh seorang Direktur. Sistem organisasi perusahaan yang dipilih adalah *line and staff* dengan total karyawan 107 orang. Pabrik pembuatan Asam Akrilat ini layak didirikan karena telah memenuhi persyaratan parameter ekonomi sebagai berikut :

- *Total Capital Investment (TCI)* : US \$ 65,166,737.93
- *Total Production Cost (TPC)* : US \$ 133,337,467.93
- *Total Penjualan (SP)* : US \$ 179,622,869.96
- *Annual Cash Flow (ACF)* : US \$ 38,324,030.95
- *Pay Out Time (POT)* : 2,2 tahun
- *Rate of Return (ROR)* : 39,53 %
- *Break Even Point (BEP)* : 31,22%
- *Service Life* : 11 tahun

Kata kunci : Asam Akrilat, Analisa Ekonomi, Pabrik, Spesifikasi Peralatan
Kepustakaan : 40 (1965-2016)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayahNya tugas akhir yang berjudul “Pra Rencana Pabrik Pembuatan Asam Akrilat Kapasitas 100.000 Ton/Tahun” dapat diselesaikan dengan baik. Tugas akhir merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata satu (S1) di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.

Tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik karena banyaknya bantuan yang diberikan berbagai pihak, oleh karena itu terima kasih kepada orangtua dan keluarga tercinta yang selalu memberikan doa, motivasi dan bantuan, baik secara moril maupun materil serta Ibu Ir. Hj. Farida Ali, DEA sebagai dosen pembimbing tugas akhir.

Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Palembang, Oktober 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal.
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1....Latar Belakang	1
1.2....Sejarah dan Perkembangan	1
1.3....Macam Proses Pembuatan.....	2
1.4....Sifat Fisika dan Sifat Kimia	3
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 TATA LETAK PABRIK	11
3.1....Lokasi Pabrik	11
3.2....Tata Letak Pabrik	13
3.3....Perkiraan Luas Pabrik	14
BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS	17

4.1....Neraca Massa	17
4.2....Neraca Panas	25
BAB V UTILITAS	31
5.1....Unit Penyediaan Steam	31
5.2....Unit Penyediaan Air	32
5.3....Unit Pengadaan Refrigeran.....	36
5.4....Unit Penyediaan Listrik	36
5.5....Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	38
BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN	41
BAB VII ORGANISASI PERUSAHAAN	72
7.1....Struktur Organisasi	72
7.2....Manajemen Perusahaan	72
7.3....Tugas dan Wewenang	73
7.4....Sistem Kerja	77
7.5....Penentuan Jumlah Karyawan	77
BAB VIII ANALISA EKONOMI	82
8.1....Keuntungan (Profitabilitas)	83
8.2....Lama Waktu Pengembalian Modal	84
8.3....Total Modal Akhir	86
8.4....Laju Pengmbalian Modal	88
8.5....Break Even Point	89
BAB IX KESIMPULAN	93
DAFTAR PUSTAKA	
BIODATA MAHASISWA	
TUGAS KHUSUS	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Hal.
Tabel 1.3. Perbandingan Proses Pembuatan Asam Akrilat	3
Tabel 2.1..... Data Impor Asam Akrilat di Indonesia	7
Tabel 3.1. Luas Area Pabrik.....	15
Tabel 7.1..... Pembagian Jam Kerja Pekerja <i>Shift</i>	73
Tabel 7.2..... Rincian Jumlah Pekerja	75
Tabel 8.1..... Kesimpulan Analisa Ekonomi	86

DAFTAR GAMBAR

	Hal.
Gambar 2.1... Grafik Impor Asam Akrilat di Indonesia	7
Gambar 3.1... Peta Lokasi Pabrik Kabupaten Rembang	12
Gambar 3.2... Tata Letak Peralatan	13
Gambar 3.3... Tata Letak Pabrik	14
Gambar 7.1... Struktur Organisasi Perusahaan	77
Gambar 8.1... Break Even Point	85

DAFTAR NOTASI

1. Accumulator

C_c	:	Tebal korosi maksimum, in
E_j	:	Efisiensi pengelasan
ID, OD	:	Diameter dalam, diameter luar, m
L	:	Panjang accumulator, m
P	:	Tekanan desain, psi
S	:	Tegangan kerja yang diizinkan, psi
T	:	Temperatur operasi, °C
t	:	Tebal dinding accumulator, cm
V	:	Volume total, m ³
V _S	:	Volume silinder, m ³
ρ	:	Densitas, kg/m ³

2. Kompresor

BHP	:	Brake Horse Power, power yang dibutuhkan, HP
k	:	Konstanta Kompresi
n	:	Jumlah stage
η	:	Efisiensi compressor
P _{IN}	:	Tekanan masuk, bar
P _{OUT}	:	Tekanan keluar, bar
T ₁	:	Temperatur masuk kompresor, °C
T ₂	:	Temperatur keluar kompresor, °C
P _w	:	Power kompresor, HP
Q	:	Kapasitas kompresor, lb/menit
R _c	:	Rasio kompresi
W	:	Laju alir massa, lb/jam
ρ	:	Densitas, kg/m ³

3. Condenser, Cooler, Heater, Heat Exchanger, Reboiler, Vaporizer, Partial

Condenser

W, w	:	Laju alir massa di shell, tube, kg/jam
T_1, t_1	:	Temperatur masuk shell, tube, °C
T_2, t_2	:	Temperatur keluar shell, tube, °C
Q	:	Beban panas, kW
U_o	:	Koefisien overall perpindahan panas, $W/m^2 \cdot ^\circ C$
ΔT_{lm}	:	Selisih log mean temperatur, °C
A	:	Luas area perpindahan panas, m^2
ID	:	Diameter dalam tube, m
OD	:	Diameter luar tube, m
L	:	Panjang tube, m
pt	:	Tube pitch, m
A_o	:	Luas satu buah tube, m^2
N_t	:	Jumlah tube, buah
V, v	:	Laju alir volumetrik shell, tube, m^3/jam
u_t, U_s	:	Kelajuan fluida shell, tube, m/s
Db	:	Diameter bundel, m
D_s	:	Diameter shell, m
N_{RE}	:	Bilangan Reynold
N_{PR}	:	Bilangan Prandtl
N_{NU}	:	Bilangan Nusselt
h_i, h_o	:	Koefisien perpindahan panas shell, tube, $W/m^2 \cdot ^\circ C$
I_b	:	Jarak baffle, m
D_e	:	Diameter ekivalen, m
k_f	:	Konduktivitas termal, $W/m \cdot ^\circ C$
ρ	:	Densitas, kg/m^3
μ	:	Viskositas, cP
C_p	:	Panas spesifik, $kJ/kg \cdot ^\circ C$
h_{id}, h_{od}	:	Koefisien dirt factor shell, tube, $W/m^2 \cdot ^\circ C$
k_w	:	Konduktivitas bahan, $W/m \cdot ^\circ C$

ΔP : Pressure drop, psi

4. Kolom Destilasi

A_a : Active area, m²
 A_d : Downcomer area, m²
 A_{da} : Luas aerasi, m²
 A_h : Hole area, m²
 A_n : Net area, m²
 A_t : Tower area, m²
 Cc : Tebal korosi maksimum, in
 D : Diameter kolom, m
 dh : Diameter hole, mm
 E : Total entrainment, kg/s
 E_j : Efisiensi pengelasan
 F_{iv} : Parameter aliran
 H : Tinggi kolom, m
 h_a : Aerated liquid drop, m
 h_f : Froth height. M
 h_q : Weep point, cm
 h_w : Weir height, m
 L_w : Weir height, m
 N_m : Jumlah tray minimum, stage
 Q_p : Faktor aerasi
 R : Rasio reflux
 R_m : Rasio reflux minimum
 U_f : Kecepatan massa aerasi, m/s
 V_d : Kelajuan downcomer
 ΔP : Pressure drop, psi
 ψ : Fractional entrainment

5. Pompa

A	:	Area alir pipa, in ²
BHP	:	Brake Horse Power, HP
D _{opt}	:	Diameter optimum pipa, in
f	:	Faktor friksi
g	:	Percepatan gravitasi ft/s ²
gc	:	Konstanta percepatan gravitas, ft/s ²
H _d , H _s	:	Head discharge, suction, ft
H _f	:	Total friksi, ft
H _{fc}	:	Friksi karena kontraksi tiba-tiba, ft
H _{fe}	:	Friksi karena ekspansi tiba-tiba, ft
H _{ff}	:	Friksi karena fitting dan valve, ft
H _{fs}	:	Friksi pada permukaan pipa, ft
ID	:	Diameter dalam, in
K _C , K _E	:	Konstanta kompresi, ekspansi, ft
L	:	Panjang pipa, m
L _e	:	Panjang ekivalen pipa, m
MHP	:	Motor Horse Power, HP
NPSH	:	Net positive suction head, ft.lbf/lb
N _{RE}	:	Bilangan Reynold
OD	:	Diameter luar, in
P _{uap}	:	Tekanan uap, psi
Q _f	:	Laju alir volumetrik, ft ³ /s
V _d	:	Discharge velocity, ft/s
V _s	:	Suction velocity, ft/s
ε	:	Equivalent roughness, ft
η	:	Efisiensi pompa
μ	:	Viskositas, kg/ms
ρ	:	Densitas, kg/m ³

6. Reaktor

C_c	:	Tebal korosi maksimum, in
C_{AO}	:	Konsentrasi awal umpan, kmol/m ³
D_p	:	Diameter katalis, m
D_s	:	Diameter shell, m
D_T	:	Diameter tube, in
F_{AO}	:	Laju alir umpan, kmol/jam
H_R	:	Tinggi shell reaktor, m
H_T	:	Tinggi tube, m
k	:	Konstanta kecepatan reaksi, m ³ /kmol.s
N_t	:	Jumlah tube, buah
P	:	Tekanan operasi, bar
	:	Waktu tinggal, jam
pt	:	Tube pitch, in
S	:	Tegangan kerja yang diizinkan, psi
t	:	Tebal dinding reaktor, cm
V_k	:	Volume katalis, m ³
V_T	:	Volume reaktor, m ³
ρ, ρ_k	:	Densitas fluida, katalis, kg/m ³
R	:	Konstanta gas ideal, 8,314 kJ/kmol.K
σ_A	:	Diameter molekul, cm
M	:	Berat molekul, kg/kmol
E_A	:	Energi aktivasi, kJ/kmol
V_E	:	Volume elipsoid, m ³
H_s	:	Tinggi silinder, m
h	:	Tinggi tutup
H_T	:	Tinggi total tanki, m
H_L	:	Tinggi liquid, m
H_i	:	Tinggi impeller, m
D_i	:	Diameter impeller, m

Wb	:	Lebar Baffle, m
G	:	Lebar baffle pengaduk, m
r	:	Panjang blade pangaduk, m
rb	:	Posisi baffle dari dinding tangki, m

7. Tangki

Cc	:	Tebal korosi maksimum, in
D	:	Diameter tangki, m
E _j	:	Efisiensi pengelasan
P	:	Tekanan desain, psi
S	:	Tegangan kerja diizinkan, psi
t	:	Tebal dinding tangki, cm
V	:	Volume tangki, m ³
W	:	Laju alir massa, kg/jam
ρ	:	Densitas

8. Gas Liquid Separator

A	:	Vessel Area Minimum, m ²
C	:	Corrosion maksimum, in
D	:	Diameter vessel minimum, m
E	:	Joint efisiensi
HL	:	Tinggi liquid, m
Ht	:	Tinggi vessel, m
P	:	Tekanan desain, psi
QV	:	Laju alir volumetric massa, m ³ /jam
QL	:	Liquid volumetric flowrate, m ³ /jam
S	:	Working stress allowable, psi
t	:	tebal dinding tangki, m
Uv	:	Kecepatan uap maksimum, m/s
Vt	:	Volume Vessel, m ³
Vh	:	Volume head, m ³

V_t	:	Volume vessel, m^3
ρ	:	Densitas, kg/m^3
μ	:	Viskositas, cP
ρ_g	:	Densitas gas, kg/m^3
ρ_l	:	Densitas liquid, kg/m^3

9. Furnace

q_n	:	Neat heat release, Btu/jam
q_r	:	Radiant duty, Btu/jam
t_f, t_t	:	Temperatur fluida, temperatur dinding, °F
$A_{r,a}$:	Luas area radiant section, luas tube, ft^2
OD	:	diameter luar tube, in
L	:	panjang tube, ft
N_t	:	Jumlah tube
A_{cp}	:	cold plane surface, ft^2
V	:	Volume furnace, ft^3
L_{beam}	:	Mean beam Length, ft
E_g	:	gas emisivitas
q_s	:	Heat loss fuel gas, Btu/jam
h_{cc}	:	koefisien konveksi, $Btu/jam.ft^2 \text{ } ^\circ F$
h_{cl}	:	koefisien gas radiant, $Btu/jam.ft^2 \text{ } ^\circ F$
h_{cw}	:	koefisien wall radiant, $Btu/jam.ft^2 \text{ } ^\circ F$
A_{cw}	:	wall area per row, ft^2
f	:	factor seksi konveksi
U_c	:	overall transfer coefisien dalam seksi konveksi, $Btu/jam.ft^2 \text{ } ^\circ F$
ρ_g	:	densitas fuel gas, lb/ft^3
G	:	mass velocity pada minimum cross section, $lb/s.ft^2$

10. Crystalizer dan Melter

C	:	Corrosion maksimum, m
D	:	Diameter vessel minimum, m
Di	:	Diameter impeller, M
E	:	Joint efisiensi
H _i	:	Tinggi impeller, m
H _l	:	Tinggi Liquid, m
H _t	:	Tinggi vessel, m
h ₁	:	Koefisien perpindahan panas fluida, Btu/ft.°F.hr
LMTD	:	Logaritmic Mean Temperature Difference, °F
N _O	:	Putaran Pengaduk, rps
N _T	:	Turbin Impeller
OD	:	Outside Diameter, m
P	:	Power Pengadukan, Hp
S	:	Working stress allowable, psi
t _t	:	Tebal Tangki, m
U _c	:	Clean overall coefficient, Btu/ft.°F.hr
U _D	:	Design overall coefficient, Btu/ft.°F.hr
V _t	:	Volume vessel, m ³
V _e	:	Volume Ellipsoidal, m ³
W _b	:	Lebar baffle, m
ρ	:	Densitas, kg/m ³
μ	:	Viskositas, cP
ρ_l	:	Densitas liquid, kg/m ³

11. Centrifuge

<i>Db</i>	:	Diameter bowl, in
<i>F_c</i>	:	Gaya sentrifugal, lbf

- n : Kecepatan putaran, rpm
- P : Daya motor, Hp
- Q_V : Laju alir volumetric massa, m³/jam
- ρ : Densitas, kg/m³

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran I.** Perhitungan Neraca Massa
- Lampiran II.** Perhitungan Neraca Panas
- Lampiran III.** Perhitungan Spesifikasi Peralatan
- Lampiran IV.** Perhitungan Ekonomi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan industri sangat berpengaruh terhadap perkembangan ekonomi suatu negara. Seiring dengan perkembangan industri di suatu negara maka terjadi peningkatan kebutuhan bahan baku maupun bahan pembantu. Sektor industri kimia dapat menunjang perkembangan ekonomi melalui peningkatan kegiatan produksi pada pabrik yang telah berdiri ataupun pada pembangunan pabrik baru. Hal ini bertujuan untuk mengurangi ketergantungan terhadap produk luar negeri.

Asam akrilat ialah salah satu produk industri kimia yang kebutuhannya mengalami peningkatan setiap tahunnya. Hal ini berdasar dari *The United Nations Commodity Trade Statistics Database* yang menunjukkan angka peningkatan data impor asam akrilat untuk Indonesia. Asam akrilat dengan tatanama IUPAC *propeonic acid* dan rumus kimia $\text{CH}_2\text{CHCO}_2\text{H}$, lebih dikenal sebagai bentuk sederhana dari asam karboksilat tak jenuh.

Dengan semakin meningkatnya perkembangan industri kimia di Indonesia, maka diperkirakan permintaan asam akrilat sebagai bahan baku maupun bahan pembantu pada tahun mendatang juga akan meningkat. Namun peningkatan permintaan ini tidak diikuti dengan kemampuan untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Oleh karena itu, pabrik asam akrilat perlu didirikan agar dapat memenuhi kebutuhan asam akrilat yang semakin meningkat tersebut.

1.2. Sejarah dan Perkembangan

Pembuatan asam akrilat skala komersial dimulai pada 1930-an dan telah berkembang menjadi pasar dunia lebih dari dua juta ton per tahun. Asam akrilat secara komersial tersedia dalam dua macam yaitu asam akrilat teknis dan glasial. Sekitar dua pertiga dari asam akrilik yang diproduksi digunakan untuk menghasilkan akrilik ester-metil akrilat, butil akrilat, etil akrilat dan 2-ethylexyl akrilat yang

digunakan sebagai pengikat untuk aplikasi dalam cat, perekat, dan larutan yang digunakan untuk industri pelapis.

Asam akrilat pertama kali diproduksi menggunakan metode *Acetylene Route*. Penemu dari proses ini adalah Walter Reppe. Penemu mereaksikan nikel karbonil dengan asetilen dan air untuk menghasilkan asam akrilat. Proses Reppe dimodifikasi oleh Rohm dan Haas di Houston pada tahun 1976 dan menghasilkan proses Oksidasi Propilen.

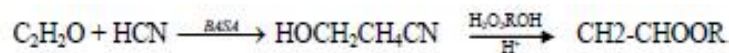
1.3. Macam Proses Pembuatan

Proses pembuatan asam akrilat secara umum dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1) Proses *Ethylene Cyanohydrin*

Merupakan proses pertama kali digunakan untuk menghasilkan asam akrilat dengan mereaksikan *hydrogen cyanide* dengan *ethylene oxide* dengan menggunakan katalis basa dan diikuti dengan *dehydration* dan *hydrolysis* atau *alcoholysis* di bawah kondisi asam kuat.

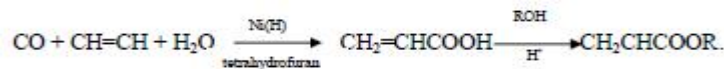
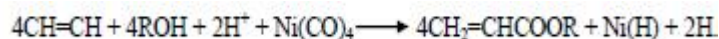
Persamaan reaksi:



2) Proses *Carbonylation Acetylene*

Walter Rappe menemukan pembuatan asam akrilat dan esternya dengan menggunakan proses *carbonylation acetylene* dengan *carbon monoxide*, air atau *alcohol* dengan penambahan *nickel carbonyl*. Proses reaksi di bawah pada tekanan tinggi.

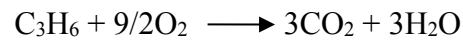
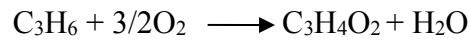
Persamaan reaksi:



3) Proses Oksidasi *Propylene*

Proses oksidasi *propylene* fasa gas untuk menghasilkan asam akrilat menggunakan katalis dan temperatur optimum.

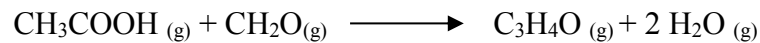
Persamaan reaksi :



4) *Condensation Aldol*

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.

Persamaan Reaksi:



Perbandingan masing-masing proses pembuatan asam akrilat ditunjukkan pada tabel 1.3. berikut ini.

Tabel 1.3. Tabel perbandingan proses pembuatan asam akrilat

No	Proses	Bahan baku	Katalis	Suhu operasi	Produk samping
1	<i>Ethylene Cyanohydrin</i>	- Hidrogen sianida - Etilen oksida	- Senyawa basa	100-200°C	- NH ₄ HSO ₄
2	<i>Carbonylation Acetylene</i>	- Asetilena - Karbon monoksida - Air	- Nikel karbonil	40°C	- Nikel klorida
3	Oksidasi <i>Propylene</i>	- Propilen - Oksigen	- <i>Molybdenum oxide</i>	200-400°C	- Asam asetat - Air
4	<i>Condensation Aldol</i>	- Asam asetat - Formaldehida	- Vanadium oksida - Titanium Pyrophosphate	250-400°C	- Air

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 9,458,080 B2 ialah sebagai berikut:

a) Asam asetat

Rumus molekul	: CH_3COOH
Massa molekul	: 60,053 gr/mol
Fase pada suhu kamar	: Liquid
Titik beku	: $16,66^\circ\text{C}$
Titik didih	: $117,9^\circ\text{C}$
Temperatur kritis	: $319,56^\circ\text{C}$
Tekanan kritis	: 57,9 bar

b) Asam Formiat

Rumus molekul	: CH_2O_2
Massa molekul	: 46,026 gr/mol
Fase pada suhu kamar	: Liquid
Titik beku	: $8,4^\circ\text{C}$
Titik didih	: $100,56^\circ\text{C}$
Temperatur kritis	: $306,85^\circ\text{C}$
Tekanan kritis	: 73,9 bar

c) Asetaldehida

Rumus molekul	: CH_3CHO
Massa molekul	: 44,053 gr/mol
Fase pada suhu kamar	: Liquid
Titik beku	: -123°C
Titik didih	: $20,4^\circ\text{C}$
Temperatur kritis	: $187,85^\circ\text{C}$
Tekanan kritis	: 55,5 bar

d) Formaldehida

Rumus molekul	: CH ₂ O
Massa molekul	: 30,026 gr/mol
Fase pada suhu kamar	: Liquid
Titik beku	: -92°C
Titik didih	: -19,1°C
Temperatur kritis	: 134,85°C
Tekanan kritis	: 65,9 bar

e) Metanol

Rumus molekul	: CH ₄ O
Massa molekul	: 32,042 gr/mol
Fase pada suhu kamar	: Liquid
Titik beku	: -97,7°C
Titik didih	: 64,7°C
Temperatur kritis	: 239,43°C
Tekanan kritis	: 81 bar

f) Nitrogen

Rumus molekul	: N ₂
Massa molekul	: 28,013 gr/mol
Fase pada suhu kamar	: Gas
Titik beku	: -210°C
Titik didih	: -195,8°C
Temperatur kritis	: -147,05°C
Tekanan kritis	: 33,9 bar

g) Karbon dioksida

Rumus molekul	: CO ₂
Massa molekul	: 44,010 gr/mol
Fase pada suhu kamar	: Gas
Titik beku	: -56,57°C

Titik didih : $-78,48^{\circ}\text{C}$
Temperatur kritis : $31,04^{\circ}\text{C}$
Tekanan kritis : $73,8\text{ bar}$

h) Air

Rumus molekul : H_2O
Massa molekul : $18,015\text{ gr/mol}$
Fase pada suhu kamar : Liquid
Titik beku : 0°C
Titik didih : 100°C
Temperatur kritis : $373,98^{\circ}\text{C}$
Tekanan kritis : $220,5\text{ bar}$

i) Asam Akrilat

Rumus molekul : $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_2$
Massa molekul : $72,064\text{ gr/mol}$
Fase pada suhu kamar : Liquid
Titik beku : $13,5^{\circ}\text{C}$
Titik didih : 141°C
Temperatur kritis : $341,85^{\circ}\text{C}$
Tekanan kritis : $56,6\text{ bar}$

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2000. *SNI 03-6197-2000*. (online) <http://www.penerangan-rata-rata-listrik>. (Diakses 29 November 2016).
- Anonim. 2006. *Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri di Asia*. (online) <http://www.pedoman-efisiensi-energi-industri-asia>. (Diakses 29 November 2016).
- Angga, R. 2013. *Formalin 37%*. (online) <http://www.intanwijaya.com/products>. (Diakses 9 Juli 2016).
- Anton, M. 2013. *Acetic Acid (CH₃COOH)*. (online). <http://www.acidatama.co.id/produk-chemical-detail>. (Diakses 9 Juli 2016).
- Bagus, R. 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 Agustus 2016).
- Billy, T. 2016. *Acetic Acid 99,8%*. (online). <http://www.alibaba.com/trade/search?searchtext=acetic%20acid%2099.8%25min>. (Diakses 9 Juli 2016).
- Chandra. 2016. *Acrylic Acid 99,5%*. (online). <http://www.alibaba.com/trade/search?searchtext=acrylic%20acid%2099.5%25min>. (Diakses 9 Juli 2016).
- Desinta. 2016. *Formalyne 37%*. (online). <http://www.alibaba.com/trade/search?searchtext=formalyne%2037%25min>. (Diakses 9 Juli 2016).
- Brownell, L.E. and Young, E.H. 1979. *Process Equipment Design*. Wiley Eastern Limited: New York.
- Hadi, A. 2007. *Pengolahan Limbah Cair Industri*. Jurnal Teknik Lingkungan, vol.4, no.12, hal :1-40.
- Honorio, L. 2003. *Efficiency in Electricity Generation*. (online) <http://www.pedoman-efisiensi-energi-industri-asia>. (Diakses 29 November 2016).
- Ismail, S. 1999. *Alat Industri Kimia*. Universitas Sriwijaya: 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: Amerika.
- 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. (Diakses 29 November 2016).
- 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)
- 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.
- Welty et.al. 2008. *Fundamentals of Momentum, Heat, and Mass Transfer, Fifth Edition*. John Wiley & Sons Inc: Amerika.
- Werner, V.S. 2014. *Refrigerants and Specialities*. Gulf Publishing Co: Houston
- 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 29 November 2016).

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