

**PRARENCANA
PABRIK PEMBUATAN *VINYL ACETATE MONOMER*
KAPASITAS 45.000 TON/TAHUN**



SKRIPSI

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

Oleh:

FELIA UTAMI PUTRI 03031381320035

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

HALAMAN PENGESAHAN

PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN
VINYL ASETAT MONOMER KAPASITAS PRODUKSI
45.000 TON/TAHUN

SKRIPSI

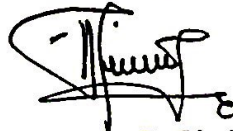
Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana

Oleh:

Felia Utami Putri 03031381320035

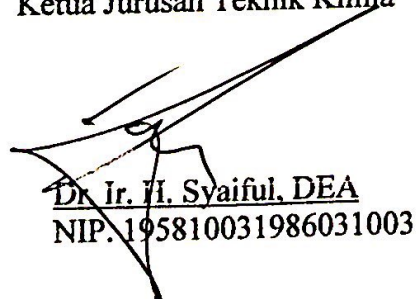
Palembang, Agustus 2018

Pembimbing,



Novia, S.T., M.T., Ph. D.
NIP. 197311052000032003

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 Vinyl Asetat Monomer Kapasitas Produksi 45.000 Ton/Tahun” telah dipertahankan Felia Utami Putri di hadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 25 Juli 2018.

Palembang, Agustus 2018

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

1. Ir. Hj. Siti Miskah, M.T.

NIP. 195602241984032002

(.....)


2. Ir. H. Abdullah Saieh, MS, M.Eng

NIP. 195304261984031001

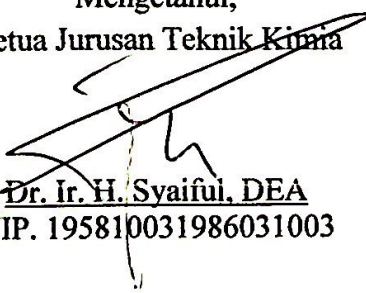
(.....)

3. Hj. Tuty Emilia Agustina, S.T, M.T, Ph.D.

NIP. 197208092000032001

(.....)

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia


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

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Felia Utami Putri
NIM : 03031381320035
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan Vinyl Asetat Monomer
(VAM) Kapasitas Produksi 45.000 Ton Per Tahun
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya di dampingi Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/piagiat 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.



Palembang, Agustus 2016



Felia Utami Putri

NIM 03031381320035

ABSTRAK

FRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN VINYL ASETAT MONOMER KAPASITAS 45.000 TON/TAHUN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, 28 Juni 2018

Felia Utami Putri, Dibimbing oleh Novia, S.T., M.T., Ph.D.

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas

Sriwijaya ix + 441 halaman, 4 tabel, 8 gambar, 4

lampiran

ABSTRAK

Pabrik vinil asetat monomer direncanakan berlokasi di daerah Cilegon-Banten. Pabrik ini meliputi area seluas 4 Ha dengan kapasitas 45.000 ton/tahun. Proses pembuatan vinil asetat monomer ini mengacu pada US Patent No. 9,045,413 B2 dibuat dari asam asetat, etilena dan oksigen pada fasa gas yang berlangsung di reaktor pada temperatur 150 °C dan tekanan 10 atm. Pabrik ini merupakan perusahaan yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi *Line and staff*, yang dipimpin oleh seorang direktur utama dengan jumlah karyawan 123 orang. Berdasarkan hasil analisa ekonomi pabrik vinil asetat monomer dinyatakan layak untuk didirikan berdasarkan analisa ekonomi berikut:

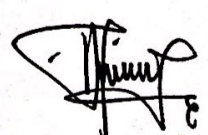
- | | |
|-------------------------|------------------------|
| a) Biaya Produksi (TPC) | : US \$ 144,567,809.89 |
| b) Hasil Penjualan (SP) | : US \$ 119,981,946.64 |
| c) Annual Cash Flow | : US \$ 17,252,847.64 |
| d) Pay Out Time | : 2,43 tahun |
| e) Rate Of Return | : 49,16% |
| f) Break Even Point | : 33% |
| g) Service Life | : 11 tahun |

Kata Kunci : Vinyi Asetat, Analisa Ekonomi, Pabrik, Spesifikasi Peralatan

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia
Akhir

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

Palembang, Agustus 2018
Menyetujui,
Dosen Pembimbing Tugas


Novia, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 197311052000032003

**BIODATA PESERTA SIDANG TUGAS AKHIR
JURUSAN TEKNIK KIMIA**

Periode : Juni 2018



| | | |
|---|---|---|
| Nama Lengkap | : | Felia Utami Putri |
| NIM/Tahun Masuk JTK | : | 03031381320035/2013 |
| Alamat Tinggal di Palembang/ Indralaya | : | Jalan Sempayo No. 2032 RT/RW 36/12 Kel. 30 Ilir Kec. Ilir Barat II Palembang |
| No. Telepon/HP | : | 085367882065 |
| Alamat email | : | Felia_utami96@yahoo.co.id |
| Alamat Orang Tua | : | Jalan Perwira Ujung No. 39F Kec. Medan Sunggal Medan Sumatra Utara |
| No. Telepon/HP Orang Tua/Wali | : | 082186081599 |
| Total Beban SKS ditempuh | : | 144 SKS |
| IPK | : | 3.22 |
| Skor TOEFL terakhir (berlaku 2 tahun) | : | 490 |
| Nama Dosen Pembimbing Akademik | : | Budi Santoso. S.T. M.T. |
| Judul Penelitian | : | Pengaruh Waktu Kontak, Laju Alir dan Temperatur Pada Pengolahan Limbah Cair Minyak Bumi Menggunakan Membran Keramik Campuran Karbon Aktif, Bentonit dan Clay. |
| Pembimbing Penelitian | : | Dr.Ir.H.M.Hatta Dahlan, M.Eng. |
| Tanggal Seminar Penelitian | : | 26 April 2018 |
| Nama Perusahaan/Lokasi Kerja Praktik | : | PT. Pupuk Sriwidjaja |
| Tanggal Seminar Pendadaran Kerja Praktik | : | 20 Mei 2017 |
| Tanggal Mulai Menyusun Tugas Akhir | : | 10 Februari 2018 |

ABSTRAK

PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN VINYL ASETAT MONOMER
KAPASITAS 45.000 TON/TAHUN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, 28 Juni 2018

Felia Utami Putri; Dibimbing oleh Novia, S.T., M.T., Ph.D

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas

Sriwijaya ix + 441 halaman, 4 tabel, 8 gambar, 4

lampiran

ABSTRAK

Pabrik vinil asetat monomer direncanakan berlokasi di daerah Cilegon-Banten. Pabrik ini meliputi area seluas 4 Ha dengan kapasitas 45.000 ton/tahun. Proses pembuatan vinil asetat monomer ini mengacu pada US Patent No. 9,045,413 B2 dibuat dari asam asetat, etilena dan oksigen pada fasa gas yang berlangsung di reaktor pada temperatur 150 °C dan tekanan 10 atm. Pabrik ini merupakan perusahaan yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi *Line and staff*, yang dipimpin oleh seorang direktur utama dengan jumlah karyawan 123 orang. Berdasarkan hasil analisa ekonomi pabrik vinil asetat monomer dinyatakan layak untuk didirikan berdasarkan analisa ekonomi berikut:

- | | |
|----------------------------|------------------------|
| a) Biaya Produksi (TPC) | : US \$ 144,567,809.89 |
| b) Hasil Penjualan (SP) | : US \$ 119,981,946.64 |
| c) <i>Annual Cash Flow</i> | : US \$ 17,252,847.64 |
| d) <i>Pay Out Time</i> | : 2,43 tahun |
| e) <i>Rate Of Return</i> | : 49,16% |
| f) <i>Break Even Point</i> | : 33% |
| g) <i>Service Life</i> | : 11 tahun |

Kata Kunci : Vinyl Asetat, Analisa Ekonomi, Pabrik, Spesifikasi Peralatan

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia

Palembang, Agustus 2018
Menyetujui,
Dosen Pembimbing Tugas Akhir

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

Novia, S.T., M.T., Ph. D.
NIP. 197311052000032003

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya maka penyusun dapat menyelesaikan dengan baik tugas akhir yang berjudul “**Prarencana Pabrik Pembuatan Vinyl Acetate Monomer Kapasitas 45.000 Ton/Tahun**”. Tugas akhir ini disusun dengan tujuan untuk menyelesaikan program sarjana S1 di Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.

Tak lupa pula kami ucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan bantuan, kontribusi serta membimbing kami dalam mengerjakan tugas akhir ini. Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada :

- 1) Bapak Dr. Ir. H. Syaiful, DEA selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 2) Ibu Dr. Hj. Leily Nurul Komariah, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 3) Ibu Dr. Novia, S.T., M.T. selaku Dosen pembimbing Tugas Akhir
- 4) Seluruh Staff Pengajar dan rekan mahasiswa yang telah membantu hingga tersusunnya tugas akhir ini.
- 5) Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan baik secara materil maupun non materil.

Semoga Tugas Akhir dapat bermanfaat bagi pembaca dan yang berkepentingan sehingga memberikan ilmu pengetahuan dan informasi tambahan.

Palembang, Juni 2018

Penyusun

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| HALAMAN PERSETUJUAN | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS | iv |
| ABSTRAK | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR TABEL | viii |
| DAFTAR GAMBAR | ix |
| DAFTAR NOTASI | x |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Sejarah dan Perkembangan | 2 |
| 1.3. Macam-macam Proses Pembuatan <i>Vinyl Acetate</i> Monomer..... | 3 |
| 1.3.1. Asam Asetat dan Asetilena..... | 3 |
| 1.3.2. Asetaldehid dan Asetat Anhidrat..... | 3 |
| 1.3.3. Asam Asetat, Etilena, dan Oksigen..... | 3 |
| 1.4. Sifat-sifat Fisika Dan Kimia..... | 4 |
| 1.4.1. Bahan Baku..... | 4 |
| 1.4.2. Produk..... | 6 |
| | |
| BAB II PERENCANAAN PABRIK | 9 |
| 2.1. Alasan Pendirian Pabrik..... | 9 |
| 2.2. Pemilihan Kapasitas | 10 |
| 2.3. Pemilihan Bahan Baku | 11 |
| 2.4. Pemilihan Proses | 11 |
| 2.5. Uraian Proses | 13 |

| | |
|---|---------------|
| BAB III LOKASI DAN LETAK PABRIK..... | 17 |
| 3.1. Lokasi Pabrik | 17 |
| 3.1.1. Ketersediaan Bahan Baku..... | 17 |
| 3.1.2. Sarana Utilitas..... | 18 |
| 3.1.3. Penyediaan Sumber Daya Manusia..... | 18 |
| 3.1.4. Transportasi dan Pemasaran..... | 18 |
| 3.1.5. Keadaan Lingkungan dan Iklim..... | 19 |
| 3.1.6. Limbah Industri..... | 19 |
| 3.2. Tata Letak Pabrik..... | 19 |
| 3.3. Perkiraan Luas Tanah yang Dibutuhkan..... | 21 |
| 3.3.1. Lay Out Pabrik..... | 21 |
| 3.3.2. Lay Out Peralatan..... | 24 |
| BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS | 26 |
| 4.1. Neraca Massa..... | 26 |
| 4.2. Neraca Panas..... | 34 |
| BAB V UTILITAS | 42 |
| 5.1. Unit Pengadaan Air..... | 42 |
| 5.1.1. Air Pendingin..... | 42 |
| 5.1.2. Air Domestik..... | 44 |
| 5.1.3. Air Umpan Boiler..... | 45 |
| 5.1.4. Total Kebutuhan Air..... | 45 |
| 5.2. Unit Pengadaan Steam..... | 45 |
| 5.3. Unit Pengadaan Tenaga Listrik..... | 46 |
| 5.3.1. Kebutuhan Listrik Untuk Peralatan..... | 46 |
| 5.3.2. Kebutuhan Listrik Untuk Penerangan..... | 46 |
| 5.4. Unit Pengadaan Bahan Bakar | 47 |
| 5.4.1. Kebutuhan Bahan Bakar Pada Boiler..... | 47 |
| 5.4.2. Kebutuhan Bahan Bakar Pada Generator..... | 48 |

| | |
|--|------------|
| BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN | 49 |
| BAB VII ORGANISASI PERUSAHAAN | 80 |
| 7.1. Bentuk Perusahaan..... | 80 |
| 7.2. Struktur Organisasi..... | 81 |
| 7.3. Tugas dan Wewenang | 81 |
| 7.4.Sistem Kerja | 85 |
| 7.5. Penentuan Jumlah Karyawan | 86 |
| BAB VIII ANALISA EKONOMI..... | 91 |
| 8.1. Keuntungan (Profitabilitas)..... | 92 |
| 8.2. Lama Waktu Pengembalian Modal..... | 93 |
| 8.3. Total Modal Akhir..... | 95 |
| 8.4. Laju Pengembalian Modal | 97 |
| 8.5. Break Even Point (BEP)..... | 99 |
| 8.6. Kesimpulan Analisa Ekonomi..... | 99 |
| BAB IX KESIMPULAN | 101 |
| DAFTAR PUSTAKA | 163 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|---|---------|
| Tabel 2.1. Kebutuhan Vinil Asetat di Indonesia.... .. | 10 |
| Tabel 7.1. Pembagian Jam Kerja Pekerja Shift..... | 86 |
| Tabel 7.2. Perincian Jumlah Karyawan..... | 88 |
| Tabel 8.1. Kesimpulan Analisa Ekonomi... .. | 99 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|---------|
| Gambar 2.1. Kebutuhan Vinil Asetat di Indonesia..... | 10 |
| Gambar 2.2. Flowsheet Vinil Asetat Monomer..... | 16 |
| Gambar 3.1. Peta Lokasi Pabrik Pembuatan Vinil Asetat Monomer..... | 20 |
| Gambar 3.2. Peta Lokasi Pendirian Pabrik Vinil Asetat Monomer..... | 21 |
| Gambar 3.3. Lay Out Pabrik..... | 23 |
| Gambar 3.4. Lay Out Peralatan..... | 25 |
| Gambar 7.1. Struktur Organisasi Perusahaan..... | 90 |
| Gambar 8.1. Grafik Break Even Point..... | 99 |

DAFTAR NOTASI

1. *Accumulator*

- L, L_T : Panjang Ellipsoidal, total
 t_h, t_s : Ketebalan Dinding Bagian Head, silinder, m
 V_e, V_s : Volume elipsoidal, silinder
 V_t : Kapasitas
 V : *Volumetrik flowrate*
 D : Diameter Accumulator
 S : Tekanankerja yang diizinkan
 E : Efisiensi pengelasan
 C_c : Korosi yang diizinkan
 E : Joint efisiensi, dimensionless
 F : Faktor friksi
 P : Tekanan desain, atm

2. **Heat Exchanger (Cooler, Condensor, Partial Condensor, Vaporizer, Heater, Reboiler)**

- A : Area perpindahan panas, ft²
 a_o, a_p : Area alir pada annulus, inner pipe, ft²
 a_s, a_t : Area alir pada shell and tube, ft²
 a'' : *External surface per 1 in, ft²/in ft*
 B : *Baffle spacing*, in
 C'' : *Clearence antar tube*, in
 C_p : *Spesific heat*, Btu/lb°F
 D : Diameter dalam tube, in
 D_e : Diameter ekuivalen, in
 D_s : Diameter shell, in
 f : Faktor friksi, ft²/in²

G_t, G_s : Laju alir pada tube, shell, lb/h.ft²
 g : Percepatan gravitasi
 h : Koefisien perpindahan panas, Btu/hr.ft².°F
 h_i, h_o : Koefisien perpindahan panas fluida bagian dalam, bagian luar tube
 j_H : Faktor perpindahan panas
 k : Konduktivitas termal, Btu/hr.ft².°F
 L : Panjang tube pipa, ft
 $LMTD$: *Logaritmik Mean Temperature Difference*, °F
 N : Jumlah baffle
 N_t : Jumlah tube
 P_T : *Tube pitch*, in
 ΔP_T : *Return drop shell*, psi
 ΔP_S : Penurunan tekanan pada shell, psi
 ΔP_t : Penurunan tekanan pada tube, psi
 ID : *Inside diameter*, ft
 OD : *Outside diameter*, ft
 Q : Beban panas heat exchanger, Btu/hr
 R_d : *Dirt factor*, hr.ft².°F/Btu
 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_a : Temperatur rata-rata fluida panas, °F
 t_a : Temperatur rata-rata fluida dingin, °F
 tf : Temperatur film, °F
 tw : Temperatur pipa bagian luar, °F
 Δt : Beda temperatur yang sebenarnya, °F
 U : Koefisien perpindahan panas

U_C, U_D : Clean overall coefficient, Design overall coefficient, Btu.hr.ft².°F

V : Kecepatan alir, ft/s

W : Kecepatan alir massa fluida panas, lb/hr

w : Kecepatan alir massa fluida dingin, lb/hr

μ : Viskositas, Cp

3. *Knock Out Drum*

A : Vessel Area Minimum, m²

C : Corrosion maksimum, in

D : Diameter vessel minimum, m

E : Joint efisiensi

H_L : Tinggi liquid, m

H_t : Tinggi vessel, m

P : Tekanan desain, psi

Q_V : Laju alir volumetric massa, m³/jam

Q_L : Liquid volumetric flowrate, m³/jam

S : Working stress allowable, psi

t : tebal dinding tangki, m

U_V : Kecepatan uap maksimum, m/s

V_t : Volume Vessel, m³

V_h : Volume head, m³

V_t : Volume vessel, m³

ρ : Densitas, kg/m³

μ : Viskositas, cP

ρ_g : Densitas gas, kg/m³

ρ_l : Densitas liquid, kg/m³

4. Kolom Destilasi

| | |
|----------|---|
| α | : Relatif volatilitas |
| N_m | : Stage minimum |
| L/D | : Refluks |
| N | : Stage/tray |
| m | : Rectifying section |
| p | : Stripping section |
| F_{LV} | : Liquid-vapor flow factor |
| U_f | : Kecepatan flooding, m/s |
| U_V | : Volumetric flowrate, m ³ /s |
| A_n | : Net area, m ² |
| A_c | : Cross section/luas area kolom, m ² |
| D_c | : Diameter kolom, m |
| A_d | : Downcomer area, m ² |
| A_a | : Active area, m ² |
| l_w | : Weir length, m |
| A_h | : Hole area, m ² |
| h_w | : Weir height, mm |
| d_h | : Hole diameter, mm |
| L_m | : Liquid rate, kg/det |
| h_{ow} | : Weir liquid crest, mm liquid |
| U_h | : Minimum design vapor velocity, m/s |
| C_o | : Orifice coefficient |
| h_d | : Dry plate drop, mm liquid |
| h_r | : Residual head, mm liquid |
| h_t | : Total pressure drop, mm liquid |
| h_{ap} | : Downcomer pressure loss, mm |
| A_{ap} | : Area under apron, m ² |
| H_{dc} | : Head loss in the downcomer, mm |

| | |
|-----------|---|
| hb | : Backup di downcomer, m |
| tr | : Check resident time, s |
| θ | : Sudut sub intended antara pinggir <i>plate</i> dengan <i>unperforated strip</i> |
| Lm | : Mean length, <i>unperforated edge strips</i> , m |
| Aup | : Area of <i>unperforated edge strip</i> , m ² |
| Lcz | : Mean length of <i>calming zone</i> , m |
| Acz | : Area of <i>calming zone</i> , m ² |
| Ap | : Total area perforated, Ap |
| Aoh | : Area untuk 1 hole, m ² |
| t | : Tebal dinding, cm |
| r | : Jari-jari tanki, m |
| S | : Tekanan kerja yang diijinkan, atm |
| C_c | : Korosi yang diijinkan, m |
| E_j | : Efisiensi pengelasan |
| OD | : Diameter luar, m |
| ID | : Diameter dalam, m |
| E_{mV} | : Efisiensi tray, % |
| ρ | : Densitas, kg/m ³ |
| μ | : Viskositas, N.s/m ² |
| FA | : <i>Fractional Area</i> |
| He | : Tinggi tutup elipsoidal, m |
| Ht | : Tinggi tanki, m |
| M_{cat} | : Massa katalis |

5. Kompresor

| | |
|--------|--|
| BHP | : Brake Horse Power, power yang dibutuhkan, HP |
| k | : Konstanta kompresi |
| n | : Jumlah stage |
| η | : Efisiensi kompresor |

P_{in} : Tekanan masuk, atm
 P_{out} : Tekanan keluar, atm
 T_1 : Temperatur masuk kompresor, °C
 T_2 : Temperatur keluar kompresor, °C
 P_w : Power kompresor, Hp
 Q : Kapasitas kompresor
 R_c : Ratio kompresi, tidak berdimensi
 W : Laju alir massa, lb/jam
 P : Densitas, kg/m³

6. Pompa

A : Area alir pipa, in²
 BHP : Brake Horse Power, HP
 D_{opt} : Diameter optimum pipa, in
 f : Faktor friksi
 g : Percepatan gravitasi, ft/s²
 g_c : Konstanta percepatan gravitasi, ft/s²
 H_f : Total friksi, ft
 H_{fs} : Friksi pada dinding pipa, 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_d, H_s : Head discharge, suction, ft
 ID : Inside diameter, in
 OD : Outside diameter, in
 K_c, K_e : Contaction, ekspansion contraction, ft
 L : Panjang pipa, m
 L_e : Panjang ekuivalen pipa, m
 m_f, m_s : Kapasitas pompa, laju alir, lb/h

MHP : Motor Horse Power, HP
 $NPSH$: Net Positive Suction Head, ft .lbf/ lb
 $Puap$: Tekanan uap, psi
 Qf : Laju alir volumetrik, ft³/s
 Re : Reynold Number, dimensionless
 Vs : Suction velocity, ft/s
 Vd : Discharge velocity, ft/s
 ΔP : Differential pressure, psi
 ε : Equivalent roughness, ft
 η : Efisiensi pompa
 μ : Viskositas, kg/m.hr
 ρ : Densitas, kg/m³

7. Tangki

C : Allowable corrosion, m
 D : Diameter tanki, m
 E : Joint efisiensi
 h : Tinggi head, m
 He : Tinggi elipsoidal, m
 Hs : Tinggi silinder tanki, m
 Ht : Tinggi total tanki, m
 P : Tekanan, atm
 S : Allowable stress, psi
 t : Tebal dinding tanki, m
 Vh : Volume head, m³
 Vs : Volume silinder, m³
 Vt : Kapasitas tanki, m³
 W : Laju alir massa, kg/h
 ρ : Densitas, kg/m³

8. Reaktor

- BM_{av} : BM rata – rata, kg/kmol
 g : Percepatan Gravitasi, m/s²
 H_S : Tinggi Head Reaktor, m
 H_R : Tinggi reaktor total, m
 k : Konstanta reaksi , m³/kmol.s, s⁻¹
 M_{fr} : Laju alir massa, kg/h
 Q_f : Volumetric Flowrate Umpan, m³/h
 t : Tebal dinding reaktor, m
 V_f : Total free volume, m³
 V_{HR} : Volume head reaktor, m
 V_R : Volume Total Reaktor, m
 V_s : Volume Shell, m³
 μ : Viskositas Campuran, kg m/s

9. Scrubber

- A : Cross sectional area tower, m²
 BM_{avg} : BM rata-rata, kg/kmol
 C : Corrosion maksimum, in
 D : Diameter kolom, m
 D_G, D_L : Diffusivity gas dan liquid, m²/s
 E : Joint efisiensi
 ρ_g, ρ_L : Densitas gas dan liquid, kg/m³
 F_g, F_L : Koefisien mass transfer gas dan liquid, kmol/m².s
 G : Superficial molar gas mass velocity, kmol/m² s
 G' : Superficial gas mass velocity, kg/m² s
 Ht_G : Tinggi transfer unit fase gas, m
 Ht_L : Tinggi transfer unit fase liquid, m

| | |
|--------------------|---|
| H_{tog} | : Overall tinggi transfer unit overall fase gas |
| L | : Total laju liquid, $\text{kg/m}^2\text{s}$ |
| L' | : Superficial liquid mass velocity, $\text{kg/m}^2\text{s}$ |
| m | : Ratio distribusi kesetimbangan |
| P | : Tekanan desain, psi |
| S | : Working stress allowable, psi |
| Sc_g, Sc_l | : Schmidt number of gas, liquid |
| Z | : Tinggi packing, m |
| μ_g, μ_L | : Viskositas gas dan liquid kg/m.s |
| ε | : Energy of molecular attraction |
| ε_{Lo} | : Fractional liquid volume, m^2/m^3 |
| ΔP | : Perbedaan tekanan, N/m^2 |
| σ_L | : Liquid surface tension, N/m |
| ϕ_{lt} | : Total hold-up liquid |

10. Stripper

| | |
|----------|---|
| A | : Cross sectional area tower, m^2 |
| C_D | : Konstanta empiris |
| C_F | : Faktor karakteristik packing |
| D | : Diameter tower, m |
| D_G | : Difusifitas gas, m^2/s |
| D_L | : Difusifitas liquid, m^2/s |
| F_G | : Koefisien fase gas |
| F_L | : koefisien fase liquid |
| G | : Laju alir massa gas, kg/hr |
| L | : Laju alir massa liquid, kg/hr |
| H_{TG} | : Tinggi unit perpindahan gas, m |
| H_{TL} | : Tinggi unit perpindahan liquid, m |

- H_{TO} : Tinggi unit perpindahan total, m
- K_L : Koefisien perpindahan massa liquid, kmol/m²s
- K_G : Koefisien perpindahan massa gas, kmol/m²s
- m : Slope rata-rata kurva keseimbangan
- N_{TG} : Jumlah unit perpindahan massa gas, m
- N_{TL} : Jumlah unit perpindahan massa liquid, m
- N_{TO} : Jumlah unit perpindahan massa total, m
- Sc_G : Schimdt number pada gas
- Sc_L : Schimdt number pada liquid
- Z : Tinggi packing, m
- α_A : Permukaan interfacial spesifik, L²/L³
- α_{AW} : Permukaan interfacial gas dan liquid, L²/L³
- ϵ_{lo} : Fractional liquid volume, m²/m³
- ϕ_{Lt} : Total hold up liquid
- β : Konstanta empiris untuk hold up packing
- μ : Viskositas, cp
- ρ : Densitas, lb/ft³
- σ : Tegangan permukaan liquid, dyne/cm

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan industri di Indonesia telah berkembang pesat, hal ini ditunjukkan dengan berkembangnya sektor industri seperti bertambahnya jumlah pembangunan industri di Indonesia saat ini. Pembangunan industri ditujukan untuk memperkuat struktur ekonomi nasional dengan keterkaitan yang kuat antar sektor, meningkatkan daya tahan perekonomian nasional, dan juga untuk mendorong berkembangnya berbagai bidang pembangunan lainnya. Industri kimia merupakan salah satu wujud pembangunan di Indonesia. Industri kimia diharapkan dapat mengurangi dampak ketergantungan impor bahan baku kimia dari luar negeri karena akan memproduksi bahan baku yang dibutuhkan. Ketergantungan terhadap negara maju merupakan permasalahan negara berkembang seperti Indonesia baik itu untuk kebutuhan sehari-hari ataupun kebutuhan industri. Pembangunan industri kimia diharapkan dapat meningkatkan devisa negara, menambah lapangan pekerjaan karena industri kimia merupakan industri padat karya serta mengurangi ketergantungan impor dari luar negeri dan meningkatkan produksi ekspor.

Vinil asetat atau yang dikenal VAM (*Vinyl Acetate Monomer*) adalah senyawa organik yang merupakan monomer dari polivinil asetat. Produksi vinil asetat hingga saat ini belum bisa memenuhi kebutuhan produksi dalam negeri sehingga masih sering didatangkan dari luar negeri. Penggunaan vinil asetat yang utama saat ini adalah sebagai bahan intermediet untuk membuat polimer, pelapis, cat, film, tekstil dan produk-produk akhir lainnya. Penggunaan vinil asetat yang terbesar adalah untuk pembuatan polimer, seperti polyvinil asetat, polyvinil alkohol, polyvinil butyral, etilen vinil alkohol, vinil klorida-vinil asetat kopolimer, dan sebagainya. Selain itu kebutuhan akan vinil asetat di Indonesia secara umum mengalami peningkatan. Hal ini dapat dilihat dengan terus meningkatnya jumlah impor vinil asetat dari tahun ketahun.

1.2 Sejarah dan Perkembangan

Vinil asetat pertama kali dikenalkan pada tahun 1912 oleh Fritz Klatte sebagai bagian kecil hasil samping dari reaksi antara asam asetat dan asetilena membentuk etilidena diasetat. Kepentingan komersial dari vinil asetat monomer dan polimernya, polivinil asetat mulai dari tahun 1925 dan semakin meningkat sejak tahun 1950. Proses komersial pertama untuk vinil asetat monomer yaitu menggunakan seng asetat sebagai katalis yang dibantu dengan karbon aktif pada penambahan asam asetat ke asetilena dalam fasa uap. Proses ini dikembangkan oleh Wacker Chemie pada awal 1930 dan mendominasi produksi vinil asetat sampai tahun 1960 ketika proses etilena telah dikomersialisasi yang didukung oleh teknologi asetilena.

Wacker Chemie juga telah mengembangkan proses pembuatan vinil asetat dari etilena. Dalam proses tersebut, etilena direaksikan dengan oksigen dan asam asetat yang memiliki kemurnian tinggi dengan paladium klorida sebagai katalis. National Distillers and Chemical, yang kemudian bernama USI Chemical dan saat ini sebuah divisi dari Quantum Chemical, mengembangkan teknologi etilena fasa uap di Amerika Serikat. Proses versi keduanya saat ini digunakan secara komersial.

Di antara proses yang digunakan pada saat itu adalah Etilen fasa uap, di mana Etilen dioksidasi untuk menghasilkan Asam asetat dengan menggunakan katalis Palladium klorida. Zat pengotor pada reaksi dalam proses ini kurang dari 1%. Proses Etilen fasa uap ini telah dikembangkan sejak 1967. Pada tahun 1981, sekitar 92% Vinil asetat di Amerika Serikat di produksi menggunakan proses ini. Beberapa perusahaan di Jepang, Jerman Barat dan Inggris memodifikasi proses ini dengan menggunakan katalis yang berbeda dalam reaksinya. Katalis yang dipakai diantaranya Palladium atau garamnya, garam Rhodium, Emas, Platinum, Ruthenium, Vanadium, dan Iridium. (Fahey, 2001)

Dalam proses udara untuk vinil asetat dari etilena tidak pernah dikembangkan. Seperti proses Wacker untuk asetaldehid, vinil asetat dari oksidasi etilena telah dikembangkan selama tahun 1960-an ketika etilena dan oksigen tersedia dalam harga yang relatif murah. Hasilnya, hanya proses oksigen yang

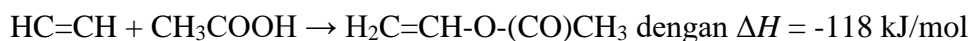
dikembangkan. Sesungguhnya, transisi dari asetilena ke oksidasi etilena terjadi dengan laju yang menakjubkan untuk permulaan sebuah teknologi baru. Pengembangan proses dimulai sekitar tahun 1960 dan dari tahun 1970 teknologi baru telah dibangun sebagai bagian dari pasar. Dari tahun 1980, pada dasarnya seluruh vinil asetat dunia dibuat melalui oksidasi etilena fasa uap dengan menggunakan oksigen murni (Gunardson, 1998).

1.3 Macam – Macam Proses Pembuatan *Vinyl Acetate Monomer*

Produksi vinil asetat yang dilakukan pada saat ini menggunakan tiga cara berikut:

1.3.1 Asam Asetat dan Asetilena

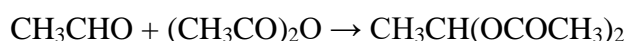
Reaksi yang terjadi adalah:



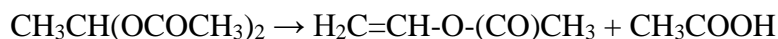
Kondisi operasi pada fasa gas dengan suhu yang digunakan sekitar 170-250 °C dan katalis $\text{Zn}(\text{OAc})$ yang diperoleh dari char batubara. Konversi asetilena pada proses ini yaitu sebesar adalah 60-70% dengan yield asetilena 93% dan asam asetat 99%. Proses ini menjadi kurang kompetitif disebabkan oleh tingginya harga asetilena dan masalah keamanan

1.3.2 Asetaldehid dan Asetat anhidrat

Proses ini berlangsung dalam dua tahap. Tahap pertama yaitu asetaldehid dan asetat anhidrat membentuk etilidena diasetat dalam fasa cair pada suhu 120-140°C dengan menggunakan katalis FeCl_3 dengan reaksi sebagai berikut:



Pada tahap kedua, produk antara didekomposisi pada 120°C dengan katalis asam dengan reaksi:

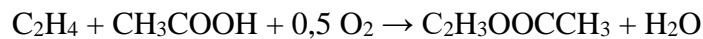


Sebagai catatan bahwa kesempurnaan proses ini bergantung pada pembaharuan bahan baku.

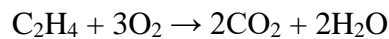
1.3.3 Asam Asetat, Etilena, dan Oksigen

Cara ini merupakan cara yang mendominasi pembuatan vinil asetat pada saat ini. Pada teknologi sebelumnya, reaksi dilakukan dalam fasa cair pada suhu 110-130°C dan tekanan 30-40 bar dengan menggunakan katalis redoks $\text{PdCl}_2/\text{CuCl}_2$,

tetapi tingginya korosi menjadi masalah. Proses modern dijalankan dalam fasa gas dengan katalis Pd. Reaksi samping yang cukup tinggi dan tidak diinginkan adalah pembakaran etilena membentuk CO₂. Dengan katalis modern Pd/Au selektivitas dapat diperoleh sebesar 94% berdasarkan etilena dan 98-99% berdasarkan asam asetat. Proses ini didasarkan atas reaksi:



Dengan reaksi samping:



Dari ketiga proses diatas, dipilih proses pembuatan vinil asetat dari asam asetat, etilena dan oksigen pada fasa gas dengan pertimbangan sebagai berikut:

- a) Bahan baku lebih murah jika dibandingkan dengan asetilena
- b) Tidak membutuhkan tekanan yang tinggi pada saat proses operasi
- c) Lebih banyak *yield* yang dihasilkan

1.4 Sifat – Sifat Fisika Dan Kimia

1.4.1 Bahan Baku

1. Asam Asetat

Sifat Fisika

Rumus kimia : CH₃COOH

Berat Molekul : 60,052 kg/ kmol

Densitas : 1049 kg/ m³

Wujud : Liquid

Titik didih : 117,9 °C

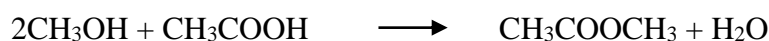
Titik leleh : 16,6 °C

Temperatur kritis : 594,4 K

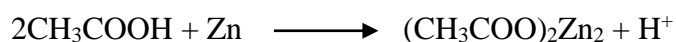
Tekanan kritis : 57,9 atm

Sifat Kimia

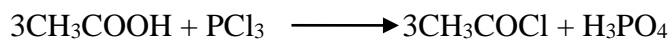
- a. Dengan alcohol terjadi reaksi esterifikasi.



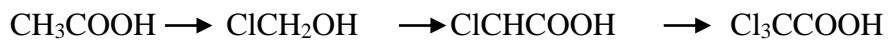
- b. Pembentukan garam keasaman.



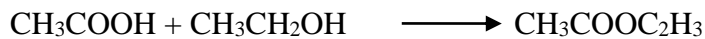
c. Konversi ke klorida-klorida asam



d. Substitusi dari alkali/aril group



e. Pembentukan ester



2. Oksigen

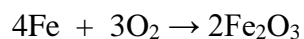
Sifat Fisika

| | |
|-------------------|---------------------------|
| Rumus kimia | : O ₂ |
| Berat Molekul | : 31,999 Kg/ kmol |
| Densitas | : 1149 Kg/ m ³ |
| Wujud | : Gas |
| Titik didih | : - 183 °C |
| Titik leleh | : - 218,8 °C |
| Temperatur kritis | : 154,6 °C |
| Tekanan kritis | : 50,5 atm |

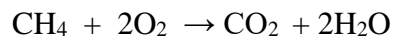
Sifat Kimia

a. Reaksi pengikatan oksigen

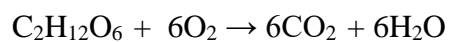
b. Perkaratan logam, seperti besi



c. Pembakaran gas alam (CH₄)



d. Oksidasi glukosa dalam tubuh



3. Etilen

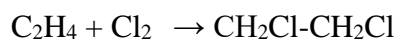
Sifat Fisika

| | |
|---------------|---------------------------------|
| Rumus kimia | : C ₂ H ₄ |
| Berat Molekul | : 28,054 Kg/ kmol |

| | |
|-------------------|--------------------------|
| Densitas | : 577 Kg/ m ³ |
| Wujud | : Gas |
| Titik didih | : - 103,8 °C |
| Titik leleh | : - 169,2 °C |
| Temperatur kritis | : 282,4 °C |
| Tekanan kritis | : 50,4 atm |

Sifat Kimia

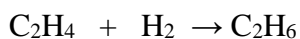
- a. Reaksi antara etena dan klorin menghasilkan 1,2 dikloroetana yang dapat digunakan sebagai bahan baku plastik PVC.



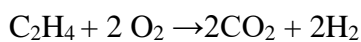
- b. Reaksi alkena dengan hidrogen halida (hidrohalogenasi)



- c. reaksi antara etena(etilen) dengan hidrogen menghasilkan etana



- d. Reaksi Pembakaran sempurna antara etena dan oksigen menghasilkan gas karbonmonoksida dan air.



1.4.2 Produk

1. Vinil Asetat

Rumus kimia : CH₃COOCH=CH₂

Berat Molekul : 86,091 Kg/ kmol

Densitas : 932 Kg/ m³

Spgr : 0,9338

Wujud : Liquid

Titik didih : 72,8 °C

Titik leleh : - 100,2 °C

Temperatur kritis : 525 K

Tekanan kritis : 43,6 atm

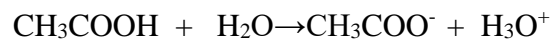
2. Air

Sifat fisika

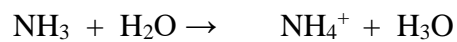
| | |
|-------------------|--------------------------|
| Rumus kimia | : H ₂ O |
| Berat Molekul | : 18,015 Kg/ kmol |
| Densitas | : 998 Kg/ m ³ |
| Wujud | : Liquid |
| Titik didih | : 100 °C |
| Titik leleh | : 0 °C |
| Temperatur kritis | : 647,3 K |
| Tekanan kritis | : 220,5 atm |

Sifat Kimia

- Sifat pelarut suatu zat bergantung pada pereaksinya
- Air akan bersifat basa jika bereaksi dengan asam lemah



- Air akan bersifat asam jika bereaksi dengan basa lemah



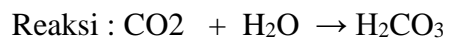
3. Karbon Dioksida

Sifat Fisika

| | |
|-------------------|--------------------------|
| Rumus kimia | : CO ₂ |
| Berat Molekul | : 44,010 Kg/ kmol |
| Densitas | : 777 Kg/ m ³ |
| Spgr (pada -37 C) | : 1,101 |
| Wujud | : Gas |
| Titik didih | : -78,5 °C |
| Titik leleh | : - 56,6 °C |
| Temperatur kritis | : 304,2 K |
| Tekanan kritis | : 73,8 atm |

Sifat Kimia

- a. Air hujan yang dapat melarutkan gas karbondioksida yang terdapat didalam udara membentuk asam karbonat (H_2CO_3) sehingga terjadi hujan asam



Kadar CO_2 yang berlebih di udara dapat mengakibatkan peningkatan suhu dipermukaan bumi

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1996. *Kriteria Perencanaan Air Bersih*. Direktorat Jenderal Cipta Karya Dinas Pekerjaan Umum: Jakarta.
- Anonim. 2002. *Handbook of Corrosion Data 2nd Edition, ASM: Rate of Corrosion*. ASM International: Colorado.
- Anonim, 2015. (Online). *Potassium Carbonate K₂CO₃*. <http://www.allreactions.com/index.php/group-1a/potassium-k/potassium-carbonate-k2co3>. Diakses pada tanggal 10 April 2018.
- Brownell, L.E. and Young, E.H., 1979. *Process Equipment Design*. Wiley Eastern Limited: New York.
- BPS. (2014). (Online). *Badan Pusat Statistik*. <http://www.bps.go.id/eng/>. Diakses pada tanggal 10 April 2018.
- Cabe, Mc., & Smith, J. M. 1976. *Unit Operation of Chemical Engineering*. McGraw Hill Chemical Engineering Series: New York.
- Coulson, & Richardson's., 2003. *Chemical Engineering, 3th edition, volume 6*. Butterworth-Heinemann: New York.
- Dafinger. Willibald., Holl. Peter., Wagner. Johann., (2015) Patent US 8,710,259 B2. United States
- Felder, Richard., 2005. *Elementary Principles Of Chemical Proses, 3rd edition*. North Carolina State University: North Caronia.
- Fogler, H. S. (1992). *Elements of Chemical Reaction Engineering*. New Jersey: Prentice Hall International Series.
- Green, D. W., & Perry, R. H. (2008). *Perry's Chemical Engineers*. New York: McGraw-Hill.
- Ismail, S. 1999. *Alat Industri Kimia*. Unsri: Palembang.
- Kern, D.Q., 1965. *Process Heat Transfer*. McGraw-Hill Book Co: Tokyo.
- Levenspiel, Octave., 1999. *Chemical Reaction Engineering, 3rd edition*. Oregon State University: New York.
- Ludwig, Ernest., 1997. *Applied Process Design, 3rd edition*. Gulf Profesional Publishing: Heinemann.

- Matche., 2015. (Online). *Data Harga Peralatan*. <http://www.matche.com>.
Diakses pada tanggal 13 April 2018.
- Redaksi Sinar Grafika. 2003. *Undang-Undang Ketenagakerjaan 2003*. Sinar Grafika: Jakarta
- Perry, R., & Green, D., 1997. *Perry's Chemical Engineer's Handbook*, 7th Edition. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Petters, M., & Timmerhaus, K. (1991). *Plant Design and Economics for Chemical Engineer*, 4th Edition. New York: Mc Graw - Hill Book Co.
- Shah, R.K. and Sekulit, D.P., 2003. *Fundamental of Heat Exchanger Design*. John Wiley and Sons: Canada.
- Smith, J.M. and Ness H.C., 2001. *Chemical Engineering Thermodynamics*. Mc Graw-Hill: New York.
- Speight, James., 1976. *Chemical And Process Design Handbook*. Mc Graw-Hill: New York.
- Towler, G. and Sinnott, R., 2008. *Chemical Engineering Design*. Elsevier: Amsterdam.
- Treyball, R. E. (1981). *Mass Transfer Operation*. Singapore: McGraw-Hill Book Cooperation.
- US Patent No.2015/9,045,413B2. Vaneed et all. 2014. (Online). *Process for Vinyl Acetate Production Having Sidecar Reactor for Predehydrating Column*. <http://www.google.com/patents>. Diakses pada tanggal 13 April 2018.
- US Patent No. 6,156,927. Donald et all. 2000. (Online). *Suppression of Aging For Pd-Au Vinyl Acetate Monomer Catalyst* <http://www.google.com/patents>. Diakses pada tanggal 13 April 2018.
- US Patent No. 8,710,259 B2. Willibald. et all. 2014. (Online). *Method for Producing Vinyl Acetate Monomer* <http://www.patents.com>. Diakses pada tanggal 15 April 2018.
- Vibrant, Frank. C. 1959. *Chemical Engineering Plant Design*. McGraw-Hill: New York.
- Walas, Stanley., 1990. *Chemical Process Equipment*. Butterworth Heinemann: New York.

Welty, James, R. 2004. *Fundamentals of Momentum, Heat and Mass Transfer 4.*

Erlangga: Jakarta.

Winkle, Matthew, V. 1967. *Distillation.* McGraw Hill: New York.

Yaws, C.L. 1996. *Handbook Of Thermodynamic Diagrams, Volume 4.* Gulf Publishing Company: Texas.