

SKRIPSI

**PRA RENCANA
PABRIK PEMBUATAN ASETALDEHIDA
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh
gelar Sarjana Teknik Kimia

pada

Universitas Sriwijaya



Kurniasih

NIM. 03031181419155

Nesi Harniwika

NIM. 03031181419159

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

HALAMAN PENGESAHAN

**PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN ASETALDEHIDA
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**

SKRIPSI

Diduplikasi untuk melengkapi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana

Oleh:

Kurniasih 03031181419155

Nesi Harniwika 03031181419159

Indralaya, Juli 2018

Pembimbing



Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T
NIP. 197502012000122001

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 Asetaldehida Kapasitas 50.000 Ton/Tahun" telah dipertahankan Kurniasih dan Nesi Harniwika di hadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 11 Juli 2018.

Palembang, Juli 2018

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

1. Dr. Eng. Ir. H. M. Hatta Dahlan, M. Eng.
NIP. 195910191987111001
2. Dr. Ir. H. Syaiful, DEA
NIP. 195810031986031003
3. Hj. Tuti Emilia Agustina, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 197208092000032001
4. Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T
NIP. 197502012000122001

(.....)

.....

.....

.....

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Kurniasih
NIM : 03031181419155
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Asetaldehida Kapasitas 50.000
Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama Nesi Haniwika 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.

Palembang, Agustus 2018



Kurniasih
NIM. 03031181419155

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nesi Harniwika
NIM : 03031181419159
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Asetaldehida Kapasitas 50.000
Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama **Kurniasih** 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.

Palembang, Agustus 2018



Nesi Harniwika
NIM. 03031181419159

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulisan laporan tugas akhir ini dengan judul “Pra Rencana Pabrik Pembuatan Asetaldehida Kapasitas 50.000 Ton/Tahun” dapat diselesaikan.

Penulisan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk mengikuti ujian sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik karena banyaknya bantuan, dukungan dan bimbingan yang diberikan dari berbagai pihak. Laporan ini diharapkan dapat menjadi sumber referensi pembaca dalam penyusunan tugas akhir.

Inderalaya, Juli 2018

Penyusun

RINGKASAN

PRA RENCANA PABRIK ASETALDEHIDA KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, Juli 2018 Kurniasih dan Nesi Harniwika;
Dibimbing oleh Dr. Tuti Indah Sari, ST., MT.
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya xvii + 523 halaman, 7 tabel, 6 gambar, 4 lampiran

Pabrik Asetaldehida direncanakan berlokasi di daerah Kebakkramat, Karanganyar, Jawa Tengah. Pabrik ini meliputi area seluas 4,1 Ha dengan kapasitas 50.000 ton per tahun. Proses pembuatan Asetaldehida dilakukan dengan mereaksikan asam asetat dan hidrogen dengan proses hidrogenasi. Pabrik ini merupakan perusahaan yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi *line and staff*, yang dipimpin oleh dewan komisaris dengan jumlah karyawan 180 orang.

Hasil analisa ekonomi dari pra rencana Pabrik Pembuatan Asetaldehida ini adalah sebagai berikut:

| | |
|--|-----------------------|
| a) Investasi | = US\$ 35.810.626,11 |
| b) Hasil penjualan per tahun | = US\$ 440.000,000 |
| c) Biaya produksi per tahun | = US\$ 401.864.693,72 |
| d) Laba bersih per tahun | = US\$ 18.686.300,07 |
| e) <i>Pay Out time</i> | = 1,7 tahun |
| f) <i>Rate of return on investment</i> | = 52,18 % |
| g) <i>Discounted Cash Flow –ROR</i> | = 89,22 % |
| h) <i>Break Event Point</i> | = 34,77 % |
| i) <i>Service Life</i> | = 11 tahun |

Kata kunci : Pabrik, asetaldehida, analisa ekonomi

UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak. Penulis secara khusus mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu. Penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan dari berbagai pihak yang bersifat moral maupun material. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. H. Syaiful, DEA selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.
2. Ibu Dr. Hj. Leily Nurul Komariah, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dr. Tuti Indah Sari, ST, MT. sebagai Dosen pembimbing Tugas Akhir. Ibu Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T., dan Ibu Ir. Rosdiana Moeksin, M.T., selaku koordinator Tugas Akhir.
4. Para dosen yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir. Orang tua dan teman-teman yang telah memberikan dukungan dan saran sehingga tugas akhir ini berjalan lancar.

Akhirnya, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Inderalaya, Juli 2018

Penyusun

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|---------|
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| LEMBAR PERBAIKAN | iii |
| PERNYATAAN INTEGRITAS | iv |
| KATA PENGANTAR | v |
| RINGKASAN | vi |
| UCAPAN TERIMAKASIH | vii |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR TABEL | ix |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR NOTASI | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xx1 |
| | |
| BAB 1.PEMBAHASAN UMUM | 1 |
| 1.1. Pendahuluan | 1 |
| 1.2. Sejarah dan Perkembangan..... | 2 |
| 1.3.Macam-Proses Pembuatan Asetaldehida..... | 2 |
| 1.4. Sifat-sifat Fisika dan Kimia..... | 4 |
| | |
| BAB 2.PERENCANAAN PABRIK | 10 |
| 2.1. Alasan Pendirian Pabrik | 10 |
| 2.2. Pemilihan Kapasitas | 10 |
| 2.3. Penentuan Bahan Baku | 12 |
| 2.4. Pemilihan Proses | 12 |
| 2.5. Uraian proses..... | 13 |
| | |
| BAB 3.LOKASI DAN LETAK PABRIK | 16 |
| 3.1. Lokasi Pabrik | 16 |
| 3.2. Tata Letak Pabrik | 19 |
| 3.3. Perkiraan Luas Pabrik | 20 |
| | |
| BAB 4.NERACA MASSA DAN NERACA PANAS | 24 |
| 4.1. Neraca Massa | 24 |
| 4.2. Neraca Panas | 31 |
| | |
| BAB 5.UTILITAS | 39 |
| 5.1. Unit Pengadaan Steam | 39 |
| 5.2. Unit Pengadaan Air | 40 |
| 5.3. Unit Pengadaan Listrik | 46 |
| 5.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar | 48 |

| | |
|--|------------|
| 5.5. Refrigerant..... | 49 |
| BAB 6.SPESIFIKASI PERALATAN | 50 |
| BAB 7.ORGANISASI PERUSAHAAN..... | 88 |
| 7.1. Bentuk Organisasi Perusahaan..... | 88 |
| 7.2. Struktur Organisasi | 88 |
| 7.3. Tugas dan Wewenang | 89 |
| 7.4. Sistem Kerja | 93 |
| 7.5. Penentuan Jumlah Pekerja | 94 |
| 7.5.1. <i>Direct Operating Labor</i> | 94 |
| 7.5.2. <i>Indirect Operating Labor</i> | 94 |
| BAB 8.ANALISA EKONOMI..... | 100 |
| 8.1. Keuntungan..... | 101 |
| 8.2. Lama waktu pengembalian modal | 102 |
| 8.2.1. Lama Pengembalian modal TCI..... | 102 |
| 8.2.2. <i>Pay Out Time (POT)</i> | 103 |
| 8.3. Total Modal Akhir | 104 |
| 8.3.1. <i>Net Profit Over Total Life Of The Project (NPOLTP)</i> | 104 |
| 8.3.2. <i>Total Capital Sink (TCS)</i> | 105 |
| 8.4. Laju Pengembalian Modal | 106 |
| 8.4.1. <i>Rate Of Return on Investment (ROR)</i> | 106 |
| 8.4.2. <i>Discounted Cash Flow Rate of Return (DCF-ROR)</i> | 106 |
| 8.5. Break Even Point (BEP)..... | 107 |
| 8.5.1. Menggunakan Rumus..... | 107 |
| 8.5.2. Menggunakan Grafik..... | 108 |
| 8.6. Kesimpulan Analisa Ekonomi..... | 110 |
| BAB 9.KESIMPULAN..... | 111 |
| DAFTAR PUSTAKA | |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|-----------|--|
| Tabel 1.1 | Kebutuhan Dunia Asetaldehida..... 1 |
| Tabel 2.1 | Kebutuhan Asetaldehida di Dunia 10 |
| Tabel 2.2 | Perbandingan Proses Pembuatan Asetaldehida..... 12 |
| Tabel 7.1 | Pembagian Jam Kerja Pekerja Non Staff..... 94 |
| Tabel 7.2 | Perincian Jumlah Karyawan 96 |
| Tabel 8.1 | Angsuran Pengembalian Modal..... 102 |
| Tabel 8.2 | Kesimpulan analiasa Ekonomi..... 109 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---|---------|
| Gambar 2.1. Proyeksi Kebutuhan Asetaldehida..... | 11 |
| Gambar 3.1. Lokasi Pabrik Berdasarkan Google Maps | 17 |
| Gambar 3.2. Tata Letak Pabrik Pembuatan Asetaldehida | 21 |
| Gambar 3.2. Tata Letak Peralatan Pabrik Pembuatan Asetaldehida..... | 22 |
| Gambar 7.2. Struktur Organisasi Perusahaan | 98 |
| Gambar 8.1. Grafik Break Event Point | 108 |

DAFTAR NOTASI

ACCUMULATOR

| | | |
|--------|---|-------------------------------------|
| C | = | Allowable corrosion, m |
| E | = | Efisiensi pengelasan, dimensionless |
| ID, OD | = | Diameter dalam, Diameter luar, m |
| L | = | Panjang accumulator, m |
| P | = | Tekanan operasi, atm |
| | = | Working stress yang diizinkan, atm |
| | = | Temperatur operasi, C |
| | = | Tebal dinding accumulator, m |
| | = | Volume total, m ³ |
| | = | Laju alir, kg/ m ³ |
| | = | Densitas, kg/m ³ |
| | = | Diameter, m |
| r | = | Jari-jari, m |

COOLER / CHILLER/ PARTIAL CONDENSER/ EVAPORATOR / CONDENSER / REBOILER / HEATER

| | | |
|-------|---|---|
| A | = | Area perpindahan panas, ft ² |
| aa,ap | = | Area pada annulus, inner pipe, ft ² |
| as,at | = | Area pada shell, tube, ft ² |
| a'' | = | external surface per 1 in, ft ² /in ft |
| | = | Baffle spacing, in |
| | = | Clearance antar tube, in |
| | = | Diameter dalam tube, in |
| De | = | 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 |
| | = percepatan gravitasi |
| | = Koefisien perpindahan panas, Btu/jam ft ² F |
| h_{i0} | = Koefisien perpindahan panas fluida bagian dalam dan luar tube, |
| j_h | = Faktor perpindahan panas |
| k | = Konduktivitas termal, Btu/jam ft ² 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 | = Penurunan tekanan pada tube, Psi |
| ΔP_s | = Penurunan tekanan pada shell, 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 |
| s | = Spesific 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 coefisient, design overall coefisient, Btu/jam ft ² F |
| W | = Laju alir massa fluida panas, lb/jam |
| | = Laju alir massa fluida dingin, lb/jam |
| | = viskositas, cp |

KOLOM DESTILASI

| | | |
|-----------------|---|--|
| A | = | Vessel area, m ² |
| A _a | = | Active area, m ² |
| A _d | = | Area downcomer, m ² |
| A _h | = | Area, hole, m ² |
| A _n | = | Area tower, m ² |
| C | = | Faktor korosi yang diizinkan, m |
| C _{vo} | = | Dry orifice coefficient, dimensionless |
| C _{sb} | = | Kapasitas uap, m/det |
| D | = | Diameter tower, m |
| D _s | = | Designment space, m |
| E | = | 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 |
| H | = | Tinggi tower, m |
| HK | = | Heavy Component |
| h _a | = | Areated liquid drop, cm |
| h _f | = | Height of froth, cm |
| h _{ow} | = | Height liquid crast over weir, cm |
| h _w | = | Tinggi weir, cm |
| L | = | Tinggi liquid, m |
| LK | = | Light component |
| | = | Tekanan desain, atm |
| | = | Liquid bolumeterik flowrate, m/det |
| Q _v | = | Vapor bolumeterik flowrate, m/det |
| R | = | Rasio refluks, dimensionless |
| R _m | = | Rasio refluks minimum |

| | | |
|----------------|---|------------------------------------|
| S | = | Working stress, atm |
| S | = | Plate teoritis pada aktual refluks |
| S _m | = | Stage teoritis termasuk reboiler |
| U _v | = | Vapour velocity, m/det |
| ρ _g | = | Densitas gas, kg/m ³ |
| ρ _l | = | Densitas liquid, kg/m ³ |

POMPA

| | | |
|--------------------|---|---------------------------------------|
| A | = | Area alir pipa, in ² |
| ID | = | Diameter optimum dalam pipa baja, in |
| D _{i opt} | = | Diameter optimum pipa, in |
| G _c | = | Percepatan grafitasi, ft/ |
| 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 |
| | = | Densitas, lb/ft ³ |
| μ | = | Viskositas, cp |
| | = | Ekivalen roughness, dimensionless |
| | = | Efisiensi, dimensionless |

REAKTOR

| | | |
|--------------------------------|---|--|
| A | = | Luas pitch m ² |
| W | = | Laju alir massa, kg/jam |
| | = | Bilangan Avogadro, A =Konstanta gas Ideal, L atm/ kmol. K |
| M _A ,M _B | = | Berat Molekul, kg/kmol |
| T | = | Temperatur, C |
| Σ | = | Koordinat Reaksi |
| | = | Tebal korosi yang diizinkan, m |
| C _{A0} | = | Konsentrasi awal umpan A masuk, kmol/m ³ |
| C _{B0} | = | Konsentrasi awal umpan B masuk, kmol/m ³ |
| C _{C0} | = | Konsentrasi awal umpan C masuk, |
| C _p | = | kmol/m ³ <i>Spesific heat capacity</i> , kJ/kg K |
| E | = | Energi aktivasi |
| F _{A0} | = | Laju alir umpan, kmol/jam |
| | = | Gravitasi, m/s ² |
| V _T | = | Volume Tube, m ³ |
| V _R | = | Volume Reaktor, m ³ |
| V _{tr} | = | Volume Tube Reaktor, m ³ |
| V _k | = | Volume Katalis, m ³ |
| F _k | = | Faktor Keamanan, |
| ρ _k | = | Dennsits katalis, kg/ m ³ |
| W _K | = | Berat katalis, kg |
| D _s | = | Diameter Shell, D _s |
| ID,OD | = | Diameter dalam, Diameter luar, m |
| A _f | = | Free Area, m ² |
| A _s | = | Luas Area Shell, m ² |
| L _t | = | Panjang Tube, m |
| V _s | = | Volume Shell, m ³ |
| H _R | = | Tinggi total Reaktor, m |

| | | |
|---------------|---|--|
| H_s | = | Tinggi shell, m |
| V_{hr} | = | Volume Head Reaktor, m ³ |
| k | = | Konstanta kecepatan reaksi |
| K_f | = | Konduktivitas termal, W/m K |
| N_{Re} | = | Reynold number |
| N_t | = | Jumlah Tube |
| Q_f | = | Debit aliran masuk reaktor, m ³ /jam |
| $-r_a$ | = | kecepatan reaksi, kmol/m ³ jam |
| t | = | Tebal dinding reaktor, m |
| S | = | Working stress yang diizinkan, atm |
| P | = | Tekanan, atm |
| r | = | Jari-jari shell, atm |
| | | =Welding joint efficiency |
| U_o | = | Overall heat transfer coefficient, W/m ² oC |
| u_t | = | Tube velocity, m/s |
| | | =Volume reaktor, m ³ |
| | | =Lebar impeller, m |
| $WELH$ | = | Water Equivalent Liquid Height, ft |
| Z_I | = | Tinggi impeller dari dasar tangki, m |
| ρ_L | = | Densitas campuran, kg/m ³ |
| h_i | = | Koefisien heat transfer, W/m ² . C |
| | | =Waktu tinggal, detik |
| μ_L | = | Viskositas campuran, cP |
| σ_{AB} | = | Diameter molekul rata-rata reaktan, Å |
| G_s | = | Fluks Massa Shell, kg/m ² .s |
| P_t | = | Tube Pitch, m |
| D_e | = | Diameter Equivalent, m |

TANGKI

| | | |
|-------|---|--------------------------------|
| C | = | Tebal korosi yang diizinkan, m |
| D_T | = | Diameter tanki, m |

| | | |
|----------------|---|---------------------------------------|
| E | = | Efisiensi penyambungan, dimensionless |
| H _s | = | Tinggi silinder, m |
| H _T | = | Tinggi tanki, m |
| h | = | Tinggi head, m |
| P | = | Tekanan operasi, atm |
| T | = | Temperatur, C |
| R | = | Konstanta gas Ideal, L atm/ kmol. K |
| n | = | Jumlah mol, kmol |
| S | = | Working stress yang diizinkan, atm |
| t | = | Tebal dinding tanki, m |
| V _s | = | Volume silinder, m ³ |
| V _e | = | Volume elipsoidal, m ³ |
| V _t | = | Volume tanki, m ³ |

ABSORBER

| | | |
|------------------|---|------------------------------------|
| G | = | Laju alir gas, kg/jam |
| ρ_g | = | Densitas gas, kg/m ³ |
| ρ_l | = | Densitas liquid, kg/m ³ |
| L | = | Laju alir Liquid, kg/jam |
| μ_l | = | Viskositas Liquid, cP |
| μ_g | = | Viskositas gas, cP |
| D _{gDl} | = | Difusifitas, m ² /s |
| BM | = | Berat molekul, kg/kmol |
| Sc _g | = | Koefisien fase gas |
| Sc _l | = | Koefisien fase Liquid |
| A | = | Luas Area Tower, m ² |
| D | = | Diameter Kolom, m |
| C _D | = | Empirical Constant |
| C _f | = | Faktor Karakteristik of packing |
| | = | Fraction Void in Packed Kolom |
| d _s | = | Dimeter sphere, m |

| | | |
|--------------|---|--|
| g_c | = | Conversion Faktor |
| ϕ_{LOW} | = | Liquid Hold up |
| | = | Faktor Koreksi (Hold Up, Packed Tower) |
| | = | Slope rata-rata |
| | = | konstanta dimensi empirical |
| p | = | empirical constant |
| $F_{g,Fl}$ | = | koefisien transfer massa fase gas dan liquid, $\text{kmol/m}^2 \cdot \text{s}$ |
| H_t | = | Tinggi transfer unit, m |
| A | = | Luas area |
| N | = | Jumlah stage |
| Z | = | Tinggi Liquid dalam vessel, m |
| H_{ab} | = | Tinggi absorber, m |
| ΔP | = | Pressure Drop, N/m^2 |
| t | = | Tebal dinding, m |
| P | = | Tekanan design, atm |
| S | = | Working stress yang diizinkan, atm |
| | = | Jari-jari shell, atm |
| | = | <i>Welding joint efficiency</i> |
| | = | Korosi maksimum, m |

KNOCK OUT DRUM/FLASH DRUM

| | | |
|----------|---|--|
| W_g | = | Laju alir uap, kg/jam |
| W_l | = | Laju alir liquid, kg/jam |
| ρ_g | = | Densitas gas, kg/m^3 |
| ρ_l | = | Densitas liquid, kg/m^3 |
| Q_v | = | Volumetric Flowrate, m^3/jam |
| U_v | = | Kecepatan maksimum, m/s |
| A | = | Luas area vessel, m^2 |
| D | = | Diameter Vessel, m |
| H_L | = | Tinggi Liquid, m |
| H_v | = | Tinggi Vessel, m |

| | | |
|----|---|------------------------|
| V | = | Volume, m ³ |
| t | = | tebal dinding , m |
| P | = | Tekanan design, atm |
| S | = | stress allowable, psi |
| E | = | Joint efisiensi |
| C | = | Korosi maksimum |
| r | = | Jari-jari, m |
| OD | = | Diameter dalam, m |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|------------|
| LAMPIRAN 1.PERHITUNGAN NERACA MASSA | 111 |
| LAMPIRAN 2.PERHITUNGAN NERACA PANAS | 152 |
| LAMPIRAN 3.SPESIFIKASI PERALATAN | 215 |
| LAMPIRAN 4.PERHITUNGAN EKONOMI..... | 523 |

BAB I

PEMBAHASAN UMUM

1.1. Pendahuluan

Asetaldehida (CH_3CHO) merupakan bahan setengah jadi yang dibutuhkan oleh berbagai negara seperti Indonesia, Malasia, Italia, Perancis, Jerman dan sebagainya. Asetaldehida mempunyai kegunaan sangat luas dalam industri kimia, lebih dari 95% produk ini digunakan dalam industri sebagai bahan setengah jadi untuk menghasilkan produk kimia yang lain, antara lain sebagai bahan baku pembuatan etil asetat, *peracetic acid*, *pyridine*, *glyoxal*, alkilamina, *pentaerythritol*, *paraldehyde*, *crotonaldehyde* dan bahan kimia lainnya (Kawabe,M, 2016).

Dengan semakin meningkatnya permintaan dunia, termasuk Indonesia terhadap asetaldehida sebagai bahan baku industri kimia, maka semakin besar prospek pendirian pabrik asetaldehida. Pendirian pabrik asetaldehida ini diharapkan dapat mengurangi ketergantungan impor bahan-bahan kimia, memenuhi kebutuhan dunia, penghematan devisa negara, mendasari pembangunan industri-industri kimia lain atau memicu berdirinya industri baru di Indonesia dengan bahan baku asetaldehida dan memperluas lapangan pekerjaan di Indonesia.

Tabel 1.1 Kebutuhan Dunia Asetaldehida

| Nama Negara | Kebutuhan (Kg) |
|-------------|----------------|
| Indonesia | 20.151 |
| Malasia | 684.186 |
| Austria | 768.445 |
| Italia | 1.606.881 |
| Jerman | 9.784.213 |
| Spanyol | 9.713.246 |
| Perancis | 14.674.067 |

(Data Comtrade, 2016)

1.2. Sejarah dan Perkembangannya

Asetaldehida atau etanal adalah sebuah senyawa organik dari kelompok aldehida, dengan rumus kimia CH_3CHO atau MeCHO . Senyawa ini merupakan cairan mudah terbakar dengan bau buah-buahan. Asetaldehida terdapat dalam buah-buahan dan kopi yang sudah matang, dan roti segar. Senyawa ini dihasilkan oleh tumbuhan dalam metabolisme normalnya. Asetaldehid merupakan senyawa organik yang terdiri dari satu gugus alkil dan sekurangnya satu atom hidrogen yang terikat pada karbon karbonilnya. Gugus aldehida lazim terdapat dalam sistem makhluk hidup. Gugus ini memiliki bau yang khas yang dapat membedakannya dengan keton.

Asetaldehida pertama kali ditemukan oleh Scheele tahun 1774 dengan cara mereaksikan mangan dioxide dengan sulfuric acid pada etanol. Leilbeig pada tahun 1835 menemukan struktur asetaldehida dan memberikan nama latin aldehyde yang artinya al(cohol) dan dehyd(rogenated). Pada tahun 1881 Kutsherow meneliti asetaldehida dengan menambah air pada acetylene.

1.3. Macam-macam Proses Pembuatan Asetaldehida

1.3.1. Hidrasi Asitilen

Pembuatan asetaldehida dengan proses ini membutuhkan asam sulfat dan merkuri sulfat sebagai katalis.



Asetilen dengan kemurnian tinggi (minimal 97%) dan *recycle* gas asetilen yang mengandung C_2H_2 diumpankan ke dalam reaktor bersama-sama dengan steam. Katalis terdiri atas larutan garam merkuri (0,5-1%), asam sulfat (15-20%), ferro dan ferri (2-4%) dan air, suhu dijaga $90-95^{\circ}\text{C}$ dan tekanan 1-2 atm, konversi per pass 55%. Asetilen yang tidak bereaksi dikompresi dan dibersihkan dengan cara penyerapan dengan *scrubber column* sebelum *directly* ke reaktor. Pemurnian asetaldehida dilakukan dengan cara distilasi, proses ini dikenal dengan nama *German Procces*. Modifikasi proses ini dikembangkan oleh *Chisso Procces*. Dalam proses ini suhu proses lebih rendah dan tanpa menggunakan *recycle* asetilena. Proses ini menggunakan asam sulfat

yang merupakan komponen aktif dan korosif, sehingga ketahanan alat terhadap korosi harus diperhatikan. Merkuri selain harganya mahal juga komponennya beracun oleh karena itu penanganan masalah dan pengaruhnya terhadap bahaya yang ditimbulkan dapat ditanggulangi, juga penanganan asetilen yang mempunyai relativitas tinggi (Mc. Ketta, 1976).

1.3.2. Oksidasi Etilen

Proses pembuatan asetaldehida dilakukan dengan mereaksikan etilen dan oksigen didalam bubble column reactor yang mengandung larutan CuCl_2 , CuCl , dan PdCl_2 pada temperature $100-150^\circ\text{C}$ dan tekanan 1-6 bar. Gas yang meninggalkan reactor mengandung uap, asetaldehida, etilen, dan oksigen, karbon dioksida, asam asetat dalam jumlah kecil. (Steepitch,w,1980)

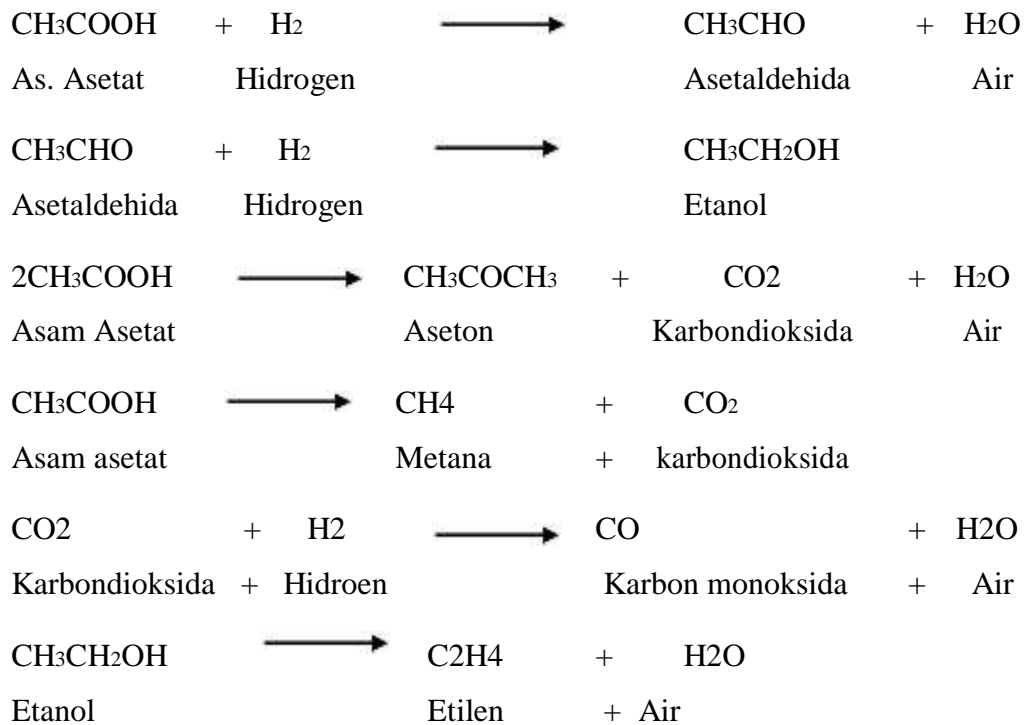
1.3.3. Hidrogenasi methanol

Proses pembuatan asetaldehida dilakukan dengan mereaksikan methanol dengan hidrogen dan karbon monoksida dengan katalis cobalt mengandung logam yang terdiri dari chromium, molybdenum, tungsten, titanium, vanadium dan sebagainya. Reaksi dilakukan pada temperature $180 - 210^\circ\text{C}$, dengan tekanan 250-350 bar dan pada waktu 5 sampai 120 menit. Perbandingan antara hydrogen dan karbon monoksida adalah 1:1. Proses ini bisa dilakukan secara kontinu maupun batch. Didalam reaksi dapat dilakukan dengan penambahan asam organik seperti asam asetat, asam benzoate dan lain-lain. Penambahan logam mulia bertindak sebagai katalis hidrogenasi, logam dapat diaplikasikan sebagai pendukung. Penambahan satu atau lebih sesuai yang disebutkan diatas bertujuan untuk meningkatkan konversi dan selektifitas dari reaaaksi homologistion. (karl henz keim 1983)

1.3.4. Hidrogenasi Asam Asetat

Proses hidrogenasi asam asetat menjadi asetaldehida menggunakan katalis palladium, mollybdium dan silikon oksida. Hidrogen dan asam asetat direaksikan dalam fixed bed multitubular reactor. Reaksi ini dilakukan pada temperature 270°C –

350°C , dengan tekanan 0,1 – 3 MP dan waktu didalam reactor adalah 0.1 – 0,5 second. Produk yang dihasilkan berupa non-condesable gas dan condensable gas.



1.4. Sifat fisika dan Kimia

1.4.1. Asam Asetat (MSDS Scince lab.com)

Rumus Kimia : CH_3COOH

Berat Molekul : 60,05 Gr/Mol

Titik Leleh : 16,8 oC

Titik Didih : 118,1 oC

Temperatur Kritis : 321,4 oC

Densitas : 1,049 Kg/M3 (Fase Cair)

| | |
|-------------------|---|
| Densitas | : 2.07 Kg/M ³ (Fase Uap) |
| Tekanan Kritis | : 57.1 Atm |
| H _{f298} | : -434,8 Kj/Mol |
| Kelarutan | : mudah larut dalam air, dietil eter dan aseton |
| Wujud | : Cair |
| Warna | : Tidak Berwarna |

1.4.2 Hidrogen (MSDS www.airliquide.ca)

| | |
|-------------------|--------------------------|
| Rumus Kimia | : H ₂ |
| Berat Molekul | : 2,02 Gr/Mol |
| Titik Lebur | : -259,14°C |
| Titik Leleh | : 5,53°C |
| Titik Didih | : -253,15°C |
| Temperatur Kritis | : 33,3°C |
| Densitas | : 0,07 Kg/M ³ |
| Tekanan Kritis | : 12,8 Atm |
| H _{f298} | : 0 Kj/Mol |
| Kelarutan | : dalam air 0.0016 g/l |
| Wujud | : Gas |
| Warna | : Tidak Berwarna |

1.4.3. Asetaldehida (MSDS Science lab.com)

| | |
|-------------------|-------------------------------------|
| Rumus Kimia | : CH ₃ CHO |
| Berat Molekul | : 44,054 G/Mol |
| Titik Leleh | : -123,5°C |
| Titik Didih | : 21°C |
| Temperatur Kritis | : 188°C |
| Densitas | : 778 Kg/M ³ (Fase cair) |
| | : 1.52 Kg/M ³ (Fase gas) |

| | |
|----------------|---|
| Tekanan Kritis | : 55 Atm |
| H_{f298} | : -166,2 Kj/Mol |
| Kelarutan | : mudah larut dalam air, dietil eter dan aseton |
| Wujud | : Cair |
| Warna | : Tidak Berwarna |

1.4.4. Etanol (MSDS ncpalcohols)

| | |
|-------------|---------------------------|
| Rumus kimia | : C_2H_5OH |
| Massa molar | : 46,07 g/mol |
| Densitas | : 0,789 g/cm ³ |
| Titik lebur | : -114,3 |
| Titik didih | : 78,4 |
| Tekanan uap | : 59 mm Hg at 20°C |
| H_{f298} | : -234.8 Kj/Mol |
| Kelarutan | : larut dalam air |
| Wujud | : Cair |
| Warna | : Tidak Berwarna |

1.4.5. Aseton (MSDS Science lab.com)

| | |
|-------------------|---------------------------|
| Rumus Kimia | : CH_3COCH_3 |
| Berat Molekul | : 58,08 g/mol |
| Titik Leleh | : -94,9°C |
| Titik Didih | : 56,53°C |
| Temperatur Kritis | : 235°C |
| Densitas | : 790 kg/m ³ |
| Tekanan uap | : 24 kpa pada 20 °C |
| H_{f298} | : -248,2kJ/mol |
| Kapasitas Panas | : 369,23 kJ/mol K |
| Kelarutan | : larut dalam air |
| Wujud | : Cair |
| Warna | : Tidak Berwarna (Bening) |

1.4.6. Karbon Monoksida (MSDS PRAXAIR)

| | |
|-------------------|--------------------------------------|
| Rumus Kimia | : CO |
| Berat Molekul | : 28 g/mol |
| Titik Leleh | : -205,1 °C |
| Titik Didih | : -191,5°C |
| Temperatur Kritis | : -139,8°C |
| Densitas | : 1,25 kg/m ³ |
| Tekanan Kritis | : 3499 kpa |
| H _{f298} | : -110,5 kJ/mol |
| Kelarutan | : 41g/l larut dalam air (pada 20 °C) |
| Wujud | : gas |
| Warna | : Tidak Berwarna |

1.4.7. Karbon idoksida (MSDS PRAXAIR)

| | |
|-------------------|---------------------------|
| Rumus Kimia | : CO ₂ |
| Berat Molekul | : 44 g/mol |
| Titik Didih | : -78,5 °C |
| Temperatur Kritis | : 31 °C |
| Densitas | : 1,833 kg/m ³ |
| Tekanan Kritis | : 73,7 bar |
| Tekanan uap | : 57,3 bar |
| H _{f298} | : -393,51 kJ/mol |
| Kelarutan | : 2g/l larut dalam |
| Wujud | : gas |
| Warna | : Tidak Berwarna |

1.4.8. Metana (MSDS PRAXAIR)

| | |
|---------------|-------------------|
| Rumus Kimia | : CH ₄ |
| Berat Molekul | : 16 g/mol |
| Titik Didih | : -161,5 °C |

| | |
|-------------------|---|
| Titik leleh | : -182 °C |
| Temperatur Kritis | : -82,5 °C |
| Densitas | : 0,66 kg/m ³ (pada 15,6 °C dan 1 atm) |
| Tekanan Kritis | : 4599 kpa |
| H _{f298} | : -7,49 kJ/mol |
| Wujud | : gas |
| Warna | : Tidak Berwarna |

1.4.9. Etilen (MSDS PRAXAIR)

| | |
|-------------------|--|
| Rumus Kimia | : C ₂ H ₄ |
| Berat Molekul | : 28 g/mol |
| Titik Didih | : -169 °C |
| Temperatur Kritis | : 9,6 °C |
| Densitas | : 0,974 gr/cm ³ (pada 15°C) |
| Tekanan Kritis | : 5.041 kpa |
| H _{f298} | : -52,3 kJ/mol |
| Kelarutan | : 130 mg/l dalam air |
| Wujud | : gas |
| Warna | : Tidak Berwarna |

1.4.10. Air (MSDS Scince lab.com)

| | |
|-------------------|---------------------------------|
| Rumus Kimia | : H ₂ O |
| Berat Molekul | : 18,02 g/mol |
| Titik Didih | : 100 °C |
| Densitas | : 1 gr/cm ³ (Cair) |
| | : 0,62 gr/cm ³ (gas) |
| Tekanan Uap | : 2,3 kpa (Pada 20 °C) |
| H _{f298} | : -238,7 kJ/mol |
| Wujud | : Cair |
| Warna | : Tidak Berwarna |

1.4.11. Molybdenum (MSDS Science lab.com)

| | |
|---------------|--------------------------|
| Rumus Kimia | : Mo |
| Berat Molekul | : 95,94 g/mol |
| Titik Lebur | : 2610°C |
| Titik Didih | : 4825°C |
| Densitas | : 10,2 kg/m ³ |
| Wujud | : Padat |
| Warna | : Putih metalik |

1.4.12. Silikon Oksida (MSDS Science lab.com)

| | |
|---------------|---------------------------|
| Rumus Kimia | : SiO ₂ |
| Berat Molekul | : 60,08 g/mol |
| Titik Leleh | : 3110°F |
| Densitas | : 2,6 gr/ccm ³ |
| Wujud | : Padat |
| Warna | : putih |
| Kelarutan | : tidak larut dalam air |

1.4.13. Palladium (MSDS Science lab.com)

| | |
|---------------|----------------------------|
| Rumus Kimia | : Pd |
| Berat Molekul | : 106,42 g/mol |
| Titik Lebur | : 2963 °C |
| Titik Didih | : 1560°C |
| Densitas | : 12,023 kg/m ³ |
| Wujud | : Padat |
| Warna | : Putih metalik |

DAFTAR PUSTAKA

- Agus. 2018. *Gaji Umr Jateng 2018 Dan 2017*. <https://www.gajiumr.com/gaji-umr-jawa-tengah/>. Diakses Tanggal 20 Mei 2018
- Airliquide.com. (2014). *Material Safety Data Sheet Hydrogen*. <https://www.airliquide.com>. Diakses tanggal 20 Desember 2017.
- Alibaba.com. (2018). *Data Harga Produk dan Barang*. <https://www.alibaba.com>, Diakses tanggal 20 April 2018.
- Blackwell, Wayne. (1984). *Chemical Process Design*. New York: McGraw Hill.
- Data Comtrade.(2018). *Comtrade Database*. <https://comtrade.un.org/data/>, Diakses Tanggal 1 April 2018.
- Febrina, S. 2018. *Daftar Bunga Kredit Bank di RI*. <https://finance.detik.com/moneter/d-4042315/ini-daftar-bunga-kredit-bank-di-ri-mana-yang-paling-tinggi>. Diakses Tanggal 1 April 2018.
- Felder, R.M & Rousseau. (1986). *Elementary Principles of Chemical Processes 2nd Edition*. New York: John Wiley and Sons.
- Green, D. W., & Perry, R. H. (2008). *Perry's Chemical Engineer's Handbook 7th Edition*. New York: McGraw Hill.
- Imam. (2018). *Harga Dasar Air Permukaan di Indonesia*. <http://air-sungai.html>. Diakses 20 April 2018.
- Ismail, Syarifuddin. (1996). *Alat Industri Kimia*. Inderalaya: Universitas Sriwijaya.
- Karl, H.K. Korff J. (1983). *Process for the Production of Acetaldehyde and Ethanol*. US: Union Rhcinisce Braunkohlen
- Kawabe, M. Yoshibisa, M. (2016). *Acetaldehyde Production Method*. US: Daicel Corporation
- Kern, Donald Q. (1983). *Process Heat Transfer*. Singapore: Mc Graw Hill.
- Komariah, L. N. (2009). *Tinjaun Teoritis Perancangan Kolom Distilasi Untuk Pra-Rencana Pabrik Skala Industri*. Jurnal Teknik Kimia, No. 4, Vol 16.
- Levenspiel, Octave. (1999). *Chemical Reaction Engineering 3rd Edition*. John Wiley and Sons: USA.

- Ludwig, Ernest E. (1999). *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants Volume 1 3rd Edition*. Gulf: Houston, TX.
- Matche. (2014). *Data Harga Peralatan*. <https://www.matche.com>, Diakses Tanggal 1 April 2018.
- Mccabe, W. L., Smith, J. C., & Harriott, P. (2009). *Unit Operations of Chemical Engineering 7th Edition*. New York: McGraw-Hill.
- McKetta, J. J., and W. A. Cunningham. 1976. *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*. New York: Marcen Dekker Inc.
- Nakatani, T. Hirroyuki, F. Yatsuka, T. Jun,N. (2016). *Catalyst and Process for Producing Aldehydes and/or Alcohols*. US: Daicel Corporation.
- Praxair.com. (2014). *Material Safety Data Sheet*. [https://www. Praxair.com](https://www.Praxair.com). Diakses tanggal 20 Desember 2017.
- Pertamina. 2017. *Harga BBM Industri PT Pertamina (Persero)*. <http://www.infohargabbm.com/>, Diakses Tanggal 28 April 2018.
- Peter, M. S., & Timmerhaus, K. D. (1991). *Plant Design and Economics for Chemical Engineers 5th Edition*. New York: McGraw Hill.
- Radmila, J. Johnston, V.J. Warner, R.J. Popits, J. (2011). *Process For Recycling Gas from Acetic Acid Hydrogenation*. US: Fredlake, Keith.
- Science lab.com. (2014). *Material Safety Data Sheet* . [https://www. Science lab.com](https://www.Science lab.com). Diakses tanggal 20 Desember 2017.
- Sinnott, R. K. (2005). *Coulson and Richardson's Chemical Engineering Design 4th Edition, Volume 6*. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann.
- Skousen, P.L. (1998). *Valve Handbook*. New York : Mc Graw Hill Book Company.
- Smith, J.M., H.C. Van Ness, M.M. Abbott. (2001). *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics 6th Edition*. Mc Graw Hill Book Company, New York.
- SNI. 2002. *Penyusunan neraca sumber daya*. [http://www.big.go.id/assets download/sni/SNI/SNI%2019-6728.1-2002.pdf](http://www.big.go.id/assets/download/sni/SNI/SNI%2019-6728.1-2002.pdf). Diakses tanggal 20 Mei 2018.
- Steppich, W. Rudolf, S. M. (1980). *Proess For The Manufacture of Acetaldehyde*. US: Hoechst Aktiengesellschaft.

- Susanto, H. 2015. *Neraca Massa dan Energi dalam Rangkaian Sistem Pemroses Kimia*. Bandung : ITB.
- Treybal, R. E. (1981). *Mass-Transfer Operation 3rd Edition*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Turton, R. Richard, C.B. Wallace, B.W. Joseph, A.S. (2009). *Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes 3rd Edition*. United States on recycled paper at Courier in Westford, Massachusetts.
- Tuston, G. Leslie, S. Nick, A.C. (2000). *Method for Producing Acetaldehyde from Acetic Acid*. US: Eastman Chemical Company.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 13. 2003. *Ketenaga Kerjaan*. [Http://Www.Kemenperin.Go.Id/Kompetensi/Uu_13_2003.Pdf](http://www.kemnaker.go.id/kompetensi/uu_13_2003.pdf). Tanggal 3 April 2018
- Urban Indo. (2017). *Harga Tanah*. <https://www.urbanindo.com>, Diakses Tanggal 25 Mei 2018.
- Wallas, S.M. (1990). *Chemical Process Equipment*. Boston: Butterworth-Heinemann.
- Welty, B.A. Elizabeth, N.J. (1942). *Separating Hydrogen From Gaseous Hydrocarbon*. US: Standard Oil Development Company.
- Welty, J. R, dkk. (2008). *Fundamentals of Momentum, Heat, and Mass Transfer 5th Edition*. John Wiley & Sons, Inc.
- Wiley. (2012). *Acetaldehyde*. German : Ulman Encycloedia of industrial Chemistry
- Yaws, Carl L. (2003). *Yaws's Handbook of Thermodynamic and Physical Properties of Chemical Compounds*. Knovel.