

SKRIPSI

**PRA RENCANA PABRIK
PEMBUATAN ETANOL
KAPASITAS PRODUKSI 248.000 TON/TAHUN**

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



Rizky Amalia

NIM 03031381419110

Elsi Rosmalisa P.P.

NIM 03031381419112

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

HALAMAN PENGESAHAN

PRA RENCANA
PABRIK PEMBUATAN ETANOL
KAPASITAS 248.000 TON/TAHUN

SKRIPSI


Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana

Oleh:


Rizky Amalia 03031381419110
Elsi Rosmalisa P.P. 03031381419112

Indralaya, Agustus 2018

Pembimbing


Hj. Tutty Emilia Agustina S.T. M.T. Ph.D
NIP. 197208092000032001

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 Etanol Kapasitas 248.000 Ton/Tahun" telah dipertahankan Rizky Amalia dan Elsi Rosmalisa Pratama Putri di hadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 25 Juli 2018.

Palembang, Juli 2018

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi


1. Dr. Hj. Leily Nurul Komariah, ST. MT
NIP. 197503261999032002
2. Ir. H. Abdullah Saleh, MS. M.Eng
NIP. NIP. 195304261984031001
3. Ir. Hj. Siti Miskah, MT
NIP. 195602241984032002

()

- ()

()

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Kimia


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

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rizky Amalia
NIM : 03031381419110
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan Etanol Kapasitas 248.000
Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama **Elsi Rosmalisa Pratama Putri** 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, Juli 2018

Rizky Amalia
NIM. 03031381419110

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Elsi Rosmalisa Pratama Putri
NIM : 03031381419112
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan Etanol Kapasitas 248.000
Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama Rizky Amalia 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, Juli 2018

Elsi Rosmalisa Pratama Putri
NIM. 03031381419112

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur kepada Allah SWT karena atas berkat, rahmat, dan karunia-NYA jualah akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir dengan judul **“Pra Rencana Pabrik Pembuatan Etanol Kapasitas 248.000 Ton/Tahun”**.

Penulisan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk mengikuti ujian sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan selama pengerjaan Tugas Akhir ini, terutama kepada :

- 1) Bapak Dr. Ir. H Syaiful, DEA selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.
- 2) Ibu Dr. Hj. Leily Nurul Qomariah, ST, MT, selaku Sekertaris Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.
- 3) Ibu Hj. Tuty Emilia Agustina, ST, MT, Ph.D selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
- 4) Bapak dan Ibu Dosen yang telah memberikan kuliah dan ilmu yang bermanfaat serta membimbing dari awal sampai akhir perkuliahan.
- 5) Orang tua dan saudara kami, atas segala doa dan dukungannya
- 6) Semua pihak yang terlibat dan turut membantu dalam penyelesaian tugas akhir.

Semoga penulisan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat untuk penulis dan untuk semua pihak yang berkepentingan. Amin.

Palembang, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR NOTASI.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xx
INTISARI.....	xxi
BAB I PEMBAHASAN UMUM	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Sejarah dan Perkembangan	2
1.3. Macam-macam Proses Pembuatan Etanol	3
1.4. Sifat-sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku dan Produk	5
BAB II PERENCANAAN PABRIK	10
2.1. Alasan Pendirian Pabrik	10
2.2. Pemilihan Kapasitas Produksi	10
2.3. Pemilihan Bahan Baku	12
2.4. Pemilihan Proses	12
2.5. Uraian proses	13
2.6. Flowsheet Proses Pembuatan Etanol	15
BAB III LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK.....	16
3.1. Lokasi Pabrik	16
3.2. Tata Letak Pabrik	19
3.3. Luas Area	20
3.4. Layout Peralatan.....	25

BAB IV	NERACA MASSA DAN NERACA PANAS	28
4.1.	Neraca Massa	28
4.2.	Neraca Panas	36
BAB V	UTILITAS	45
5.1.	Unit Pengadaan Steam	45
5.2.	Unit Pengadaan Air	47
5.3.	Unit Pengadaan <i>Refrigerant</i>	47
5.4.	Unit Pengadaan Listrik	50
5.5.	Unit Pengadaan Bahan Bakar	52
BAB VI	SPEKIFIKASI PERALATAN	54
BAB VII	ORGANISASI PERUSAHAAN	99
7.1.	Bentuk Perusahaan	99
7.2.	Struktur Organisasi	100
7.3.	Tugas dan Wewenang	101
7.4.	Sistem Kerja	104
7.5.	Penentuan Jumlah Buruh	105
BAB VIII	ANALISA EKONOMI	111
8.1.	Keuntungan (Profitabilitas)	112
8.2.	Lama Waktu Pengembalian Modal	113
8.3.	Total Modal Akhir	115
8.4.	Laju Pengembalian Modal	118
8.5.	Break Even Point (BEP)	119
BAB IX	KESIMPULAN	123
DAFTAR PUSTAKA		

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Data Impor Etanol	10
Tabel 7.1. Pembagian Jam Kerja Pekerja Shift.....	84
Tabel 7.2. Perincian Jumlah Karyawan.....	86
Tabel 8.1. Angsuran Pengembalian Modal	93
Tabel 8.2. Kesimpulan Analisa Ekonomi	101
Tabel L.4.1. Indeks Harga Tahun 2009 - 2023.....	453
Tabel L.4.2. Daftar Harga Peralatan Tahun 2020.....	457
Tabel L.4.3. Daftar Gaji Karyawan Per Bulan	460

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Kebutuhan Impor Etanol di Indonesia	11
Gambar 2.2. Diagram Alir Proses Pembuatan Etanol.....	15
Gambar 3.1. Peta Lokasi Pendirian Pabrik Etanol.....	19
Gambar 3.2. Lokasi Pabrik Etanol di Gresik – Jawa Timur	20
Gambar 7.1. Struktur Organisasi Perusahaan	89
Gambar 8.1. Grafik Break Even Point	100
Gambar 10.1. Reaktor Batch	106
Gambar 10.2. Reaktor CSTR	107
Gambar 10.3. Reaktor PFR	107
Gambar 10.4. Reaktor PFR	110
Gambar 10.5. Reaktor Fluidized Bed.....	110
Gambar 10.6. Reaktor Batch.....	112
Gambar 10.7. Reaktor Alir.....	112
Gambar 10.8. Reaktor Alir Tangki Berpengaduk	113
Gambar 10.9. Reaktor <i>Semi Batch</i>	114
Gambar 10.10. Reaktor <i>Multi-Bed</i>	116
Gambar 10.11. Reaktor <i>Semi Batch</i>	114
Gambar 10.12. Diagram Titik Didih	135
Gambar 10.13. Kurva Kesetimbangan Campuran Biner	138
Gambar 10.14. Kurva Campuran <i>Azeotrop</i>	139
Gambar 10.15. Bagian Bottom Kolom Distilasi	143
Gambar 10.16. Bagian Top Kolom Distilasi	143
Gambar 10.17. <i>Bubble Cap Trays</i>	144
Gambar 10.18. <i>Valve Trays</i>	145
Gambar 10.19. <i>Sieve Trays</i>	145
Gambar 10.20. Aliran <i>Liquid</i> dan <i>Vapor</i>	147
Gambar 10.21. Aliran Tiap <i>Plate</i>	147

DAFTAR NOTASI

1. Accumulator

C	: Allowable corrosion, m
E	: Efisiensi pengelasan, dimensionless
ID, OD	: Diameter dalam, Diameter luar, m
L	: Panjang accumulator, m
P	: Tekanan operasi, atm
S	: Working stress yang diizinkan, atm
T	: Temperatur operasi, K
t	: Tebal dinding accumulator, m
V	: Volume total, m ³
V _s	: Volume silinder, m ³
ρ	: Densitas, kg/m ³

2. Compressor

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/m ³

3. Flash Drum

A	: Vessel Area Minimum, m ²
---	---------------------------------------

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, m ³ /jam
Q _L	: Liquid volumetric flowrate, m ³ /jam
S	: Working stress allowable, psi
t	: tebal dinding tangki, m
U _v	: Kecepatan uap maksimum, m/s
V _t	: Volume Vessel, m ³
V _h	: 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

4. Heat Exchanger (Cooler, Condensor, Heater, Partial Condensor, Reboiler, dan Vaporizer)

A	: Area perpindahan panas, ft ²
a _a , a _p	: Area alir pada annulus, inner pipe, ft ²
a _s , a _t	: Area alir pada shell and tube, ft ²
a''	: External surface per 1 in, ft ² /in ft
B	: Baffle spacing, in
C''	: Clearance 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, ft^2/in^2
G_t, G_s	: Laju alir pada tube, shell, $\text{lb}/\text{h}\cdot\text{ft}^2$
g	: Percepatan gravitasi
h	: Koefisien perpindahan panas, $\text{Btu}/\text{hr}\cdot\text{ft}^2\cdot^\circ\text{F}$
h_1, h_o	: Koefisien perpindahan panas fluida bagian dalam, bagian luar tube
j_H	: Faktor perpindahan panas
k	: Konduktivitas termal, $\text{Btu}/\text{hr}\cdot\text{ft}^2\cdot^\circ\text{F}$
L	: Panjang tube pipa, ft
LMTD	: Logaritmic Mean Temperature Difference, $^\circ\text{F}$
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, $\text{hr}\cdot\text{ft}^2\cdot^\circ\text{F}/\text{Btu}$
Re	: Bilangan Reynold, dimensionless
s	: Specific gravity
T_1, T_2	: Temperatur fluida panas inlet, outlet, $^\circ\text{F}$
t_1, t_2	: Temperatur fluida dingin inlet, outlet, $^\circ\text{F}$
T_a	: Temperatur rata-rata fluida panas, $^\circ\text{F}$
t_a	: Temperatur rata-rata fluida dingin, $^\circ\text{F}$
t_f	: Temperatur film, $^\circ\text{F}$
t_w	: Temperatur pipa bagian luar, $^\circ\text{F}$
Δt	: Beda temperatur yang sebenarnya, $^\circ\text{F}$
U	: Koefisien perpindahan panas
U_c, U_D	: Clean overall coefficient, Design overall coefficient, $\text{Btu}\cdot\text{hr}\cdot\text{ft}^2\cdot^\circ\text{F}$

V	: Kecepatan alir, ft/s
W	: Kecepatan alir massa fluida panas, lb/hr
w	: Kecepatan alir massa fluida dingin, lb/hr
μ	: Viskositas, Cp

5. Kolom Distilasi

α	: Relatifvolatilitas
Nm	: 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

Aap	: Area under apron, m ²
Hdc	: Head loss in the downcomer, mm
hb	: Backup di downcomer, m
tr	: Check resident time, s
θ	: Sudut sub intended antara pinggir plate dengan unperforated strip
Lm	: Mean length, unperforated edge strips, m
Aup	: Area of unperforated edge strip, m ²
Lcz	: Mean length of calming zone, m
Acz	: Area of calming zone, 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	: Fractional Area
He	: Tinggi tutup elipsoidal, m
Ht	: Tinggi tangki, m

6. 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

g_c	: Konstanta percepatan gravitasi, ft/s^2
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
P_{uap}	: Tekanan uap, psi
Q_f	: Laju alir volumetrik, ft^3/s
Re	: Reynold Number, dimensionless
V_s	: Suction velocity, ft/s
V_d	: Discharge velocity, ft/s
ΔP	: Differential pressure, psi
ε	: Equivalent roughness, ft
η	: Efisiensi pompa
μ	: Viskositas, kg/m.hr
ρ	: Densitas, kg/m^3

7. Reaktor

C	: Tebal korosi yang diizinkan, in
D_T	: Diameter tube, in
D_S	: Diameter reaktor, m
D_P	: Diameter katalis, m

F_{Ao}	: Laju alir umpan, kmol/jam
H_T	: Tinggi tube, m
H_R	: Tinggi shell reaktor, m
k	: Konstanta kecepatan reaksi
N_t	: Jumlah tube
P_t	: Tube pitch, in
P	: Tekanan operasi, atm
S	: Working stress yang diizinkan, psi
t	: Tebal dinding reaktor, mm
V_r	: Volume reaktor, m^3
V_k	: Volume katalis, m^3
ρ, ρ_k	: Densitas fluida, katalis, kg/m^3
ε	: Void fraksi, tidak berdimensi
A_o	: Luas tiap lubang orifice, m^2
A_t	: Luas area total orifice, m^2
A_{pp}	: Luas Perforated Plate, m^2
C	: Corrosion maksimum, in
C_{Ao}	: Konsentrasi reaktan A mula-mula, $kmol/m^3$
C_{Bo}	: Konsentrasi reaktan B mula-mula, $kmol/m^3$
D_B	: Diameter bubble, mm
D_t, D_R	: Diameter tangki, m
D_o	: Diameter orifice, mm
D_s	: Diameter sparger, m
D_{pp}	: Diameter perforated plate, m
E	: Joint efisiensi
E	: Energi aktivasi
F_{Ao}	: Jumlah feed mula-mula, Kmol
h	: Tinggi head, m
H_L	: Tinggi liquid, m
H_s, H	: Tinggi silinder, m
H_s	: Tinggi sparger, m

H_T	: Tinggi tangki, m
ID	: Inside diameter, m
k	: Konstanta kecepatan reaksi, $m^3/kmol \text{ jam}$
K	: Konstanta Boltzmann : $1,30 \cdot 10^{-16} \text{ erg/K}$
L_p	: Jarak pitch, m
M_A	: Berat molekul A
M_B	: Berat molekul B
N	: Bilangan avogadro : $6,203 \cdot 10^{23} \text{ molekul/mol}$
N_t, N_{or}	: Jumlah orifice
OD	: Outside diameter, m
P	: Tekanan desain, psi
P	: Power, HP
q	: Debit per orifice, m^3/jam
Q	: Volumetrik flowrate, m^3/jam
R	: Konstanta umum gas : $1,987 \cdot 10^{-3} \text{ kkal/mol. K}$
S	: Working stress allowable, psi
t	: Tebal dinding tanki, m
T	: Temperatur operasi, K
U_c	: Overall heat transfer coefficient
U_g	: Kecepatan masuk gas tiap lubang, m/s
U_s	: Kecepatan superficial gas, m/s
U_t	: Kecepatan terminal bubble, m/s
V	: kecepatan gelembung gas lepas orifice, m/s
V_B	: Volume Bubble, m^3
V_E	: Volume ellipsoidal, m^3
V_s	: Volume silinder, m^3
V_t	: Volume tangki total, m^3
W_l	: Laju alir massa liquid, kg/jam
W_G	: Laju alir massa gas, kg/jam
W	: Laju alir massa, kg/jam
X	: Konversi

μ	: Viskositas, kg/m.hr
ρ	: Densitas, kg/m ³
τ	: Waktu tinggal, jam
σ_A	: Diameter molekul A
σ_B	: Diameter molekul B
ε_g	: Gas hold up

8. 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, m ³
Vs	: Volume silinder, m ³
Vt	: Kapasitas tanki, m ³
W	: Laju alir massa, kg/h
ρ	: Densitas, kg/m ³

9. Dimensionless Number

N_{Re}	: Reynold Number
Sc	: Schmidt
jH	: Faktor perpindahan panas
f	: Friction factor

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perbaikan

Lampiran 2 Biodata

Lampiran 3 Paten Utama dan Pendukung

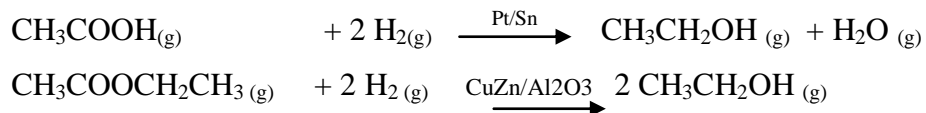
Lampiran 4 Tugas Khusus

INTISARI

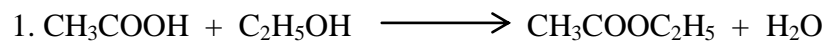
Pabrik pembuatan Etanol yang diproduksi dari hidrogenasi asam asetat dan gas hidrogen direncanakan untuk didirikan di Cilegon, Banten. Pabrik ini meliputi area seluas 6 Ha dengan kapasitas 248.000 ton per tahun.

Proses pembuatan Etanol ini menggunakan bahan baku asam asetat, etil asetat dan hidrogen yang bereaksi di dalam reaktor tipe *multiple bed reactor* dengan bantuan katalis Pt/Sn dan CuZn/Al₂O₃. Kondisi reaksi berlangsung pada temperatur 274,726 °C dan tekanan 18 atm dengan konversi asam asetat menjadi etanol sebesar 80% dan etil asetat menjadi etanol sebesar 5% pada bed 1, lalu pada bed 2 konversi asam asetat menjadi etanol sebesar 90% dan etil asetat menjadi etanol sebesar 95%. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut.

Reaksi utama :



Reaksi samping :



Pabrik etanol ini berencana akan berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi *line and staff*, yang dipimpin oleh seorang direktur utama dengan jumlah karyawan 118 orang.

Berdasarkan hasil analisa ekonomi, maka Pabrik Pembuatan Etanol ini dinyatakan layak didirikan. Dengan analisa ekonomi sebagai berikut:

- a) Investasi = US \$ 38.474.046,040
- b) Hasil penjualan per tahun = US \$ 506.334.537,000
- c) Biaya produksi per tahun = US \$ 320.519.362,710
- d) Laba bersih per tahun = US \$ 139.361.380,720
- e) *Pay Out time* = 1,411 tahun
- f) *Rate of return on investment* = 61,717 %
- g) *Discounted Cash Flow –ROR* = 62,222 %
- h) *Break Even Point* = 31,215%
- i) *Service Life* = 11 tahun

BAB 1

PEMBAHASAN UMUM

1.1. Pendahuluan

Pada era modernisasi seperti saat ini kita dituntut untuk dapat mengembangkan usaha pembangunan perekonomian Indonesia khususnya sektor industri yang semakin berkembang pesat di setiap negara. Perdagangan bebas yang dilaksanakan di sebagian Negara-negara berkembang dan maju menimbulkan persaingan yang ketat di dunia industri. Maka dari itu, pembangunan industri dalam negeri harus ditingkatkan. Hal ini, sesuai dengan visi dari peraturan presiden RI nomor 28 tahun 2008 tentang kebijakan industri nasional dengan visi Indonesia menjadi negara industri maju pada tahun 2020 mendatang. (Kemenperin, 2012)

Pembangunan dan pengembangan sektor industri ini adalah salah satu upaya untuk memperkuat struktur ekonomi nasional, mengurangi penggunaan produk dari industri luar negeri (*Import*), mensejahterakan masyarakat lokal dengan membuat lapangan pekerjaan baru, mendorong berkembangnya berbagai bidang pembangunan di Indonesia, meningkatkan pendapatan Indonesia dan meningkatkan produktivitas sumber daya alam yang ada di Indonesia. Mengingat bahwa negara Indonesia masih banyak mengimpor sebagian besar bahan kimia dari luar negeri karena kebutuhan dalam negeri yang tidak mencukupi.

Dalam hal ini pemerintah telah berupaya untuk mengembangkan industri di Indonesia dengan bertindak sebagai fasilitator yang menjembatani perkembangan sektor industri dalam negeri. Bidang industri di Indonesia yang banyak diminati adalah pengembangan dan pembangunan industri kimia dasar. Maka dari itu pembangunan industri dalam negeri khususnya untuk bahan kimia dasar harus dikembangkan, apa lagi saat ini konsumsi Indonesia terhadap bahan kimia dasar itu lebih besar dibandingkan produksinya. Salah satu bahan kimia dasar yang banyak digunakan dalam industri dalam negeri adalah etanol.

Indonesia masih mengimpor etanol sebagai bahan baku maupun bahan proses industri. Etanol banyak digunakan pada berbagai jenis industri baik sebagai bahan baku maupun digunakan sebagai bahan penunjang proses. Etanol biasanya

digunakan sebagai bahan baku di industri ataupun pelarut, etanol juga sering dijadikan sebagai bahan baku dalam pembuatan pewarna makanan, bahan bakar, obat-obatan, campuran minuman, dan sintesis bahan kimia lain. Berdasarkan pertimbangan kebutuhan etanol yang tinggi dan akan bertambah terus menerus, maka produksi etanol di dalam negeri harus ditingkatkan.

Peningkatan produksi etanol dapat dilakukan dengan pendirian pabrik etanol di Indonesia. Pendirian pabrik etanol ini akan meningkatkan produksi etanol sehingga dapat mengurangi impor etanol dari luar negeri. Pendirian pabrik etanol diharapkan dilakukan dengan mempertimbangkan teknologi yang semakin baik dibandingkan dengan teknologi sebelumnya. Teknologi sebelumnya diharapkan dapat dikembangkan dan dikombinasikan dengan teknologi terbaru saat ini yang dapat meningkatkan efisiensi dan lebih menguntungkan. Tampil lebih baik dibandingkan teknologi sebelumnya menjadi komitmen yang harus diperhatikan sehingga proses produksi dapat berjalan lancar dan memajukan Indonesia sebagai negara industri maju.

1.2. Sejarah dan Perkembangan

Etanol telah digunakan manusia sejak zaman prasejarah sebagai bahan pemabuk dalam minuman beralkohol. Residu yang ditemukan pada peninggalan keramik yang berumur 9000 tahun dari Cina bagian utara menunjukkan bahwa minuman beralkohol telah digunakan oleh manusia prasejarah dari masa Neolitik. Etanol dan alkohol membentuk larutan azeotrop. Karena itu pemurnian etanol yang mengandung air dengan cara penyulingan biasa hanya mampu menghasilkan etanol dengan kemurnian 96%. Etanol murni (absolut) dihasilkan pertama kali pada tahun 1796 oleh Johan Tobias Lowitz yaitu dengan cara menyaring alkohol hasil distilasi melalui arang. Lavoisier menggambarkan bahwa etanol adalah senyawa yang terbentuk dari karbon, hidrogen dan oksigen. Pada tahun 1808 Saussure berhasil menentukan rumus kimia etanol. Lima puluh tahun kemudian (1858), Couper mempublikasikan rumus kimia etanol.

Dengan demikian etanol adalah salah satu senyawa kimia yang pertama kali ditemukan rumus kimianya. Etanol pertama kali dibuat secara sintetik pada tahun 1826 secara terpisah oleh Henry Hennel dari Britania Raya dan S.G.

Sérullas dari Perancis. Pada tahun 1828, Michael Faraday berhasil membuat etanol dari hidrasi etilena yang dikatalisis oleh asam. Proses ini mirip dengan proses sintesis etanol industri modern. Etanol telah digunakan sebagai bahan bakar lampu di Amerika Serikat sejak tahun 1840, namun pajak yang dikenakan pada alkohol industri semasa Perang Saudara Amerika membuat penggunaannya tidak ekonomis. Pajak ini dihapuskan pada tahun 1906, dan sejak tahun 1908 otomobil Ford Model T telah dapat dijalankan menggunakan etanol. Namun, dengan adanya pelarangan minuman beralkohol pada tahun 1920, para penjual bahan bakar etanol dituduh berkomplot dengan penghasil minuman alkohol ilegal, dan bahan bakar etanol kemudian ditinggalkan penggunaannya sampai dengan akhir abad ke-20.

Etanol untuk keperluan industri secara konvensional diproduksi dari persediaan pakan organik, seperti minyak bumi, gas alam, atau batubara, dari produk-produk intermediate, seperti syngas, atau dari bahan yang mengandung selulosa, seperti jagung atau tebu. Metode konvensional untuk memproduksi etanol dari feed stock organik, dan juga dari bahan yang mengandung selulosa, meliputi hidrasi etilena menggunakan *acid-catalyzed*, methanol homologation, *direct alcohol synthesis*, dan sintesis Fischer-Tropsch. Ketidakstabilan harga bahan baku organik berpengaruh terhadap fluktuasi biaya etanol yang diproduksi secara konvensional, sehingga kebutuhan akan sumber alternatif produksi etanol semakin tinggi saat harga saham pakan naik. Bahan tepung, serta bahan selulosa, diubah menjadi etanol dengan fermentasi. Namun, fermentasi biasanya digunakan untuk bahan bakar atau dikonsumsi. Selain itu, fermentasi bahan selulosa pati mengandung saingan makanan dan membatasi jumlah etanol yang dapat diproduksi untuk keperluan industri.

1.3. Macam-macam Proses Pembuatan Etanol

Proses pembuatan etanol secara komersial yang telah dikembangkan adalah sebagai berikut:

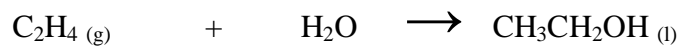
- 1) Proses Pembuatan Etanol dengan Hidrasi Etilena
- 2) Proses Pembuatan Etanol dengan Fermentasi

3) Proses Pembuatan Etanol dengan Hidrogenasi Katalitik *Mixed Feed*
(Asam Asetat dan Etil Asetat) dengan Fase Gas

1.4.1. Proses Pembuatan Etanol dengan Hidrasi Etilena

Proses ini terjadi dengan mereaksikan etilena dan air menggunakan katalis asam fosfat pada tekanan uap berlebih pada suhu 300°C, dikenal dengan proses *Shall*. Reaktornya menggunakan katalis asam fosfat dengan *support relite diatomite*. Konversi etilen yang rendah menyebabkan perlu dilakukan *recycle* etilen ke reaktor.

Reaksinya sebagai berikut:



Proses pembuatan etanol dengan hidrasi etilena tak langsung mengalami dua tahap reaksi, yaitu:



Proses ini terjadi dengan menghidrasi etilen secara tidak langsung menggunakan asam sulfat pekat untuk mendapatkan etil sulfat, kemudian etil sulfat dihidrolisis untuk membentuk etanol. Etanol yang telah terbentuk kemudian dipisahkan dari gas stripping di separator dan didapat produk etanol

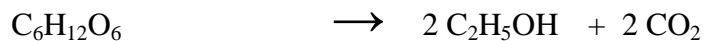
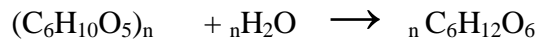
1.4.2. Proses Pembuatan Etanol dengan Fermentasi

Fermentasi merupakan proses membiakkan ragi untuk mendapatkan alkohol. Proses fermentasi bertujuan untuk mengubah monosakarida (glukosa, sukrosa dan fruktosa) menjadi etanol dengan menggunakan bantuan mikroorganisme berupa yeast maupun bakteri. Etanol dapat dihasilkan dari bahan mengandung pati (sorgum, jagung, kentang, ubi kayu, padi-padian, akar tumbuhan dan alga), dan bahan yang mengandung selulosa (kayu, tandan kosong kelapa sawit, ampas tebu, waste sulfite liquor pabrik pulp dan kertas dan bahan yang mengandung selulosa lainnya).

Etanol yang dihasilkan pada proses fermentasi oleh *yeast* (ragi) biasanya berkadar antara 8-12 persen volume. Etanol hasil fermentasi kemudian

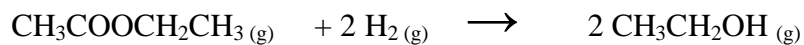
dimurnikan melalui destilasi. Untuk mendapatkan etanol dengan kemurnian 95% harus menggunakan destilasi azeotrop. Jika menggunakan destilasi biner biasa, maka harus dilanjutkan pada proses dehidrasi. Proses dehidrasi bisa dengan menggunakan membran maupun *moleculer sieve* (secara adsorpsi).

Reaksi yang terjadi pada proses fermentasi yaitu:



1.4.3. Proses Pembuatan Etanol dnegan Hidrogenasi Katalitik Mixed Feed (Asam Asetat dan Etil Asetat) dengan Fase Gas

Proses ini terjadi pada tekanan 10-3000 kPa dan temperatur 125-350°C. Pada proses ini gas mixed feed (asam asetat dan etil asetat) direaksikan dengan gas hidrogen pada reaktor fixed bed dengan katalis CuZn-Al₂O₃ untuk membentuk etanol. Reaksinya:



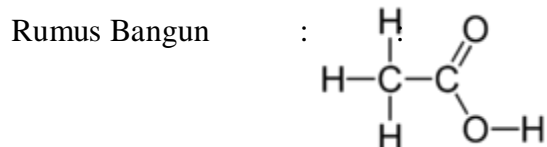
Produk etanol yang terbentuk dengan menggunakan proses ini mencapai kemurniaan yaitu 99%.

1.4. Sifat Fisika dan Sifat Kimia Bahan Baku dan Produk

1.4.1 Bahan Baku

1) Asam Asetat

Rumus molekul : CH₃COOH



Massa molar : 60,05 g/mol

Fase : Cairan tak berwarna atau kristal

Bau : Menyengat

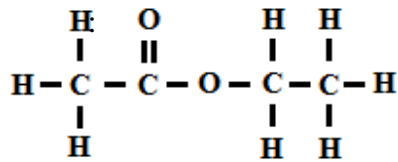
Densitas : 1,049 g cm⁻³, cairan

Titik didih	: 117,9°C
Temperatur Kritis	: 594,4 K
Tekanan Kritis	: 57,9 bar
Viskositas	: 1,222 mPa.s
ΔH_{f298}	: -438,150 kJ/kmol
C_p liquid	: -18,944 ; 1,10E+00 ; -2,89E-03 ; 2,93E-05
C_p gas	: 34,85 ; 3,76E-02 ; 2,83E-04 ; -3,08E-07 ; 9,26E-11

2) Etil Asetat

Rumus molekul : $C_4H_8O_2$

Rumus Bangun



Massa molar : 88.11 g/mol

Densitas pada 25°C : 0.897 g/cm³

Fase : cairan tak berwarna pada 30°C

Bau : seperti eter, aroma buah

Titik Didih : 77,06°C

Titik Beku : -83,55°C

Temperatur Kritis : 250,15°C

Kelarutan dalam air : 8,3 g/100mL (20°C)

Kelarutan dalam etanol: dapat bercampur

Viskositas : 0,426 cP (25°C)

Tekanan Kritis : 38,80 bar

Tekanan uap : 73 mmHg (20°C)

ΔH_{f298}^0 : -426.800 kJ/kmol

C_p Liquid : 62,832 ; 8,41E-01 ; -2,70E-03 ; 3,66E-06

C_p Gas : 69,848 ; 8,23E-02 ; 3,72E-04 ; -4,11E-07 ; 1,24E-10

3) Hidrogen

Rumus Molekul : H_2

Rumus Bangun : H – H

Massa molar : 2,0158 g/mol

Fase	: gas
Warna	: tak berwarna
Densitas	: 0,08988 g/L (gas)
Titik didih	: - 259,2 °C
Kapasitas kalor	: 28,836 J/mol.K pada 25° C
Cp <i>Liquid</i>	: 50,607 ; -6,11E+00 ; 3,09E-01 ; -4,15E-03
Cp Gas	: 25,399 ; 2,02E-02 ; -3,85E-05 ; 3,19E-08 ; -8,76E-12
ΔH_{f298}	: 0 kJ/kmol

4) Air

Rumus molekul	: H ₂ O
Rumus bangun	: H – O – H
Massa molar	: 18,0153 g/mol
Densitas	: 0.998 g/cm ³ (cairan) ; 0.92 g/cm ³ (padatan)
Titik didih	: 100 °C
Temperatur Kritis	: 373.98 °C
Tekanan Kritis	: 220.55 bar
Konduktivitas termal	: 1,39 x 10 ⁻³ kal/cm.s.°C (°C)
Cp pada 25 ⁰ C	: 75.55 joule/mol°C
ΔH_{f298}^0 (gas)	: -285.830 kJ/kmol
Cp <i>Liquid</i>	: 92,053 ; -4,00E-02 ; -2,11E-04 ; 5,35E-07
Cp gas	: 33,933 ; -8,42E-03 ; 2,99E-05 ; -1,78E-08 ; 3,69E-12

1.1.1. Katalis

1) Platinum

Simbol	: Pt
Fase	: Solid
Massa Molar	: 195,084 g/mol
Densitas	: 21,45 g/cm ³
Titik lebur	: 1768,3 °C
Titik didih	: 3825 °C
Kapasitas kalor	: 25,86 J/mol·K
Kalor penguapan	: 469 kJ/mol

2) Timah

Simbol	: Sn
Fase	: Solid
Massa Molar	: 118,71 g/mol
Densitas	: 6,99 g/cm ³
Titik lebur	: 231,93 °C
Titik didih	: 2602 °C
Kapasitas kalor	: 27,112 J/mol·K
Kalor penguapan	: 296,1 kJ/mol

1.1.2. Produk

1) Etanol

Rumus molekul : C₂H₅OH

Rumus bangun :



Massa Molar : 46,068 gr/mol

Densitas : 0,789 gr/cm³

Fase : Cair

Warna : Tidak berwarna

Titik beku : -114,14 °C

Titik didih : 78,3 °C

Kapasitas kalor (25°C): 112,4 J/mol·K

Cp *Liquid* : 59,342 ; 3,64E-01 ; -1,22E-03 ; 1,80E-06

Cp *Gas* : 27,091 ; 1,11E-01 ; 1,10E-04 ; -1,50E-07 ; 4,66E-11

Kelarutan dalam air : tercampur penuh

Viskositas : 1,200 cP (20 °C)

ΔHf°₂₉₈ : -235,310 kJ/kmol

2) Air

Rumus molekul : H₂O

Rumus bangun : H – O – H

Massa molar : 18,0153 g/mol

Densitas	: 0.998 g/cm ³ (cairan) ; 0.92 g/cm ³ (padatan)
Titik didih	: 100 °C
Temperatur Kritis	: 373.98 °C
Tekanan Kritis	: 220.55 bar
Konduktivitas termal	: 1,39 x 10 ⁻³ kal/cm.s.°C (0°C)
C _p pada 25 ⁰ C	: 75.55 joule/mol°C
ΔH _f ⁰ ₂₉₈ (gas)	: -285.830 kJ/kmol
C _p <i>Liquid</i>	: 92,053 ; -4,00E-02 ; -2,11E-04 ; 5,35E-07
C _p gas	: 33,933 ; -8,42E-03 ; 2,99E-05 ; -1,78E-08 ; 3,69E-12

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2017). *Expor - Impor Ethyl acetat*. Indonesia: Badan Pusat Statistik (BPS).
- Ariyadi, I. (2009). *Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Cilegon Tahun 2010-2030*. Indonesia.
- Coulson, J. M., & Richardson, J. F. (2005). *Coulson & Richardson's Chemical Engineering Design* (4th ed., Vol. VI).
- Felder, R. M., & Rousseau, R. W. (1978). *Elementary Principles of Chemical Processes* (3rd ed.). New York, New York: John Wiley & Sons.
- Fogler, H. S. *Elements of Chemical Reaction Engineering*. Prentice Hall International Series.
- Ismail, S. (1999). *Alat Industri Kimia*. Inderalaya: Universitas Sriwijaya.
- J. Johnston, V., & Pan, T. (2014). *Patent No. US 8,680,343 B2*. United States.
- Jevtie, R., & J. Johnston, V. (2011). *Patent No. US 2011/0190547*. United States.
- Ke zhan, F. L. (2013). Hydrogenation Of Acetic Acid On Alumina Supported Pt-Sn Catalyst. *International Journal Of Chemichal, Molecular, Nuclear, Materials and Metallurgical Engineering* , 204.
- Kern, D. Q. (1957). *Process Heat Transfer*. Auckland: McGraw-Hill International Edition.
- Levenspiel, O. (1999). *Chemical Reaction Engineering* (2nd ed.). New York: Johw Wiley & Sons.
- McCabe, W. L., Smith, J. C., & Harriot, P. (1993). *Unit Operations of Chemical Engineering*. McGraw-Hill International .
- Miligan, D., & Miligan, J. (2014). *Matches*. Retrieved September 2016, from matche.com: <http://matche.com/default.html>
- Perry, R. H., Green, D. W., & Maloney, J. O. (1999). *Perry's Chemical Engineers' Handbook* (7th ed.). New York: McGraw-Hill Company.
- Peter, M. S., & Timmerhaus, K. D. (1991). *Plant Design and Economics For Chemical Engineers* (4th ed., Vol. IV). New York: McGraw-Hill Book Company.

- Sarager, L., & Warner, J. (2014). *Patent No. US 8,704,015 B2*. United States.
- Smith, J. M. (1970). *Chemical Engineering Kinetics*.
- Smith, J. M., Van Ness, H. C., & Abbot, M. M. (2001). *Introduction Chemical Engineering Thermodynamics* (6th ed.). Boston: McGraw Hill.
- Treybal, R. E. (1981). *Mass-Transfer Operation*. McGraw-Hill.
- Van Winkle, M. (1967). *Distillation*. New York: McGraw-Hill.
- Vibrandt, F. C., & Dryden, C. E. (1959). *Chemical Engineering Plant Design* (4th ed., Vol. IV). New York: McGraw-Hill International Edition.
- Walas, S. M. (1990). *Chemical Process Equipment*. Boston: Butterworth-Heinemann Series in Chemical Engineering.
- Yaws, C. L. (1999). *Chemical Properties Handbook*. New York: McGraw-Hill.