

SKRIPSI

PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN ETIL ASETAT DARI ETANOL DENGAN KAPASITAS 77.000 TON/TAHUN



Elcy Tiara Putri

NIM 03031181419028

Citra Afriliana

NIM 03031181419066

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

SKRIPSI

PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN ETIL ASETAT DARI ETANOL DENGAN KAPASITAS 77.000 TON/TAHUN

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



Elcy Tiara Putri

NIM 03031181419028

Citra Afriliana

NIM 03031181419066

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

HALAMAN PENGESAHAN

PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN ETIL ASETAT DARI ETANOL KAPASITAS PRODUKSI 77.000 TON PER TAHUN

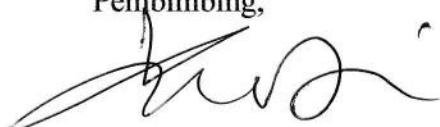
SKRIPSI

Duplikasi untuk melengkapi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana

Oleh:

Elcy Tiara Putri
NIM 0303118191028
Citra Afriliana
NIM 03031181419066

Inderalaya, 06 Agustus 2018

Pembimbing,

Prof. Dr. Ir. Hj. Sri Haryati, DEA.
NIP. 1956102419810320001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia

Dr. Ir. Syaiful, DEA
NIP. 195810031986031003

HALAMAN PERSETUJUAN

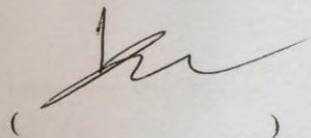
Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul "Pra Rencana Pabrik Pembuatan Etil Asetat dari Etanol Kapasitas 77.000 ton/tahun" telah dipertahankan **Eley Tiara Putri** dan **Citra Afriliana** dihadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 25 Juli 2018.

Inderalaya, Juli 2018

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

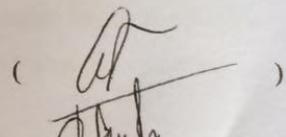
1. Prof. Dr. Ir. Hj. Sri Haryati, DEA.

NIP. 1956102419810320001



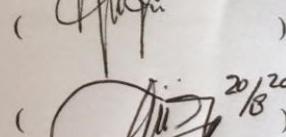
2. Ir. Hj. Rosdiana Moeksin, M.T.

NIP. 195608311984032002



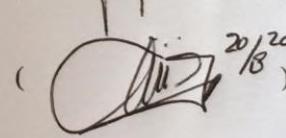
3. Lia Cundari, S.T., M.T.

NIP. 198412182008122002



4. Dr. David Bahrin, S.T., M.T.

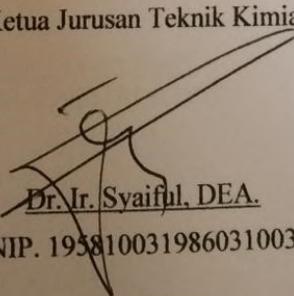
NIP. 198010312005011003



20/07/2018

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia

Dr. Ir. Syaiful, DEA.
NIP. 195810031986031003





HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Eley Tiara Putri
NIM : 03031181419028
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan Etil Asetat dari Etanol
Kapasitas 77.000 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama Citra Afriliana 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 siapa pun.

Inderalaya, Oktober 2018



Eley Tiara Putri
NIM. 03031181419028

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS



Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Citra Afriliana
NIM : 03031181419066
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan Etil Asetat dari Etanol
Kapasitas 77.000 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama Eley Tiara 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.

Inderalaya, Oktober 2018



Citra Afriliana
NIM. 03031181419066

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa sehingga penyusunan laporan tugas akhir yang berjudul "**Pra Rencana Pabrik Pembuatan Etil Asetat dari Etanol dengan Kapasitas 77.000 Ton/Tahun**" dapat diselesaikan tepat waktu. Laporan tugas akhir ini merupakan salah satu mata kuliah yang harus ditempuh oleh mahasiswa Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S1). Dalam laporan ini mencakup perencanaan pabrik dan perancangan alat-alat proses pra rencana pabrik pembuatan etil asetat dengan pertimbangan kelayakan berdasarkan analisa ekonomi. Semoga laporan tugas akhir ini dapat menjadi sumber referensi pembaca dan masukan pada berbagai pihak.

Indralaya, Oktober 2018

Penulis

RINGKASAN

PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN ETIL ASETAT DARI ETANOL
DENGAN KAPASITAS 77.000 TON/TAHUN
Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, 25 Juli 2018

Elcy Tiara Putri dan Citra Afriliana;
Dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. Hj. Sri Haryati, DEA.

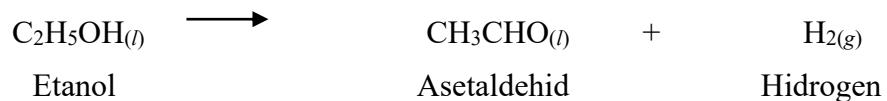
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

ix + 597 halaman, 6 tabel, 7 gambar, 4 lampiran

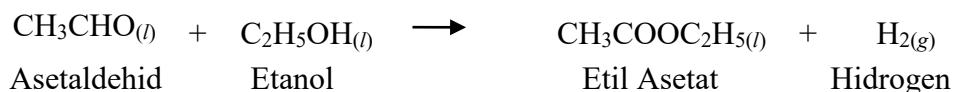
RINGKASAN

Pabrik pembuatan etil asetat dari etanol dengan kapasitas 77.000 ton/tahun direncanakan berdiri pada tahun 2022 di Kecamatan Lawang, Kabupaten Malang, Jawa Timur yang diperkirakan memiliki luas area sebesar 8 Ha. Proses pembuatan etil asetat ($\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$) menggunakan reaksi dehidrogenasi dan dimerisasi dengan *reactive distillation column* jenis *multitubular fixed bed* (RDC-01) dengan katalis $\text{CuO}/\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$. Kondisi operasi pembuatan etil asetat adalah 211°C dan tekanan 20 bar. Reaksi yang terjadi sebagai berikut:

Reaksi I



Reaksi II



Pabrik pembuatan etil asetat ini berbentuk Perseroan Terbatas (PT) yang pimpinannya adalah Direktur. Sistem organisasi perusahaan ini adalah *line and staff* dengan jumlah karyawan sebanyak 188 orang. Hasil dari analisa ekonomi Prarencana Pabrik Pembuatan Etil Asetat sebagai berikut:

- *Total Capital Investment* = US \$ 69.530.199,52
 - *Selling Price per Year* = US \$ 240.695.481,17
 - *Total Production Cost* = US \$ 181.241.181,35
 - *Annual Cash Flow* = US \$ 50.246.291,33
 - *Pay Out time* = 2,03 tahun
 - *Rate of Return* = 64,13%
 - *Discounted Cash Flow* = 72,11%
 - *Break Even Point* = 32,17%
 - *Service Life* = 11 tahun

Kata Kunci : Etil Asetat, Analisa Ekonomi, Pabrik, *Reactive Distillation*

UCAPAN TERIMAKASIH

Laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan bantuan dari berbagai pihak. Penulis secara khusus mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu. Penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan, serta dorongan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Oleh karena itu, terima kasih diberikan kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Hj. Sri Hayati, DEA., selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
2. Bapak Dr. Ir. H. Syaiful, DEA., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dr. Hj. Leily Nurul Komariah, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Ir. Rosdiana Moeksin, M.T., dan Ibu Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T., selaku koordinator Tugas Akhir.
5. Para dosen dan staf akademik Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
6. Orang tua dan teman-teman yang telah memberikan dukungan dan saran sehingga tugas akhir ini berjalan lancar.

Inderalaya, Oktober 2018

Penulis

DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
PERNYATAAN INTEGRITAS.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
RINGKASAN	viii
UCAPAN TERIMAKASIH.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR NOTASI.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xxiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1.Latar Belakang	1
1.2. Sejarah dan Perkembangan	2
1.3. Macam-Macam Proses Pembuatan Etil Asetat	4
1.4. Sifat Fisika dan Kimia Produk dan Bahan Baku.....	6
BAB 2 PERANCANGAN PABRIK.....	10
2.1. Alasan Pendirian Pabrik	10
2.2. Penentuan Kapasitas.....	10
2.3. Pemilihan Bahan Baku	12
2.4. Pemilihan Proses	12
2.5. Uraian Proses.....	14
2.6. Flowsheet Proses Pembuatan Etilen dari Etanol.....	16
BAB 3 LOKASI DAN LETAK PABRIK.....	17

3.1. Lokasi Pabrik.....	17
3.2. Layout Pabrik	21
3.3. Perkiraan Luas Tanah yang Diperlukan	23
BAB 4 NERACA MASSA DAN NERACA PANAS	26
4.1. Neraca Massa	26
4.2. Neraca Panas	31
BAB 5 UTILITAS	36
5.1. Unit Pengadaan Steam	36
5.2. Unit Pengadaan Air	37
5.3. Unit Pengadaan Refrigeran	39
5.4. Unit Pengadaan Tenaga Listrik	40
5.5. Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	42
BAB 6 SPESIFIKASI PERALATAN.....	44
6.1. Akumulator-01 (ACC-01).....	44
6.2. Akumulator-02 (ACC-02).....	44
6.3. Akumulator-03 (ACC-03).....	45
6.4. Condensor-01 (CD-01).....	46
6.5. Condensor-02 (CD-02).....	46
6.6. Chiller-01 (CH-01).....	47
6.7. Chiller-02 (CH-02).....	48
6.8. Chiller-03 (CH-03).....	49
6.9. Chiller-04 (CH-04).....	49
6.10. Chiller-05 (CH-05).....	50
6.11. Heater-01 (H-01).....	51
6.12. Heater-02 (H-02).....	52
6.13. Knock Out Drum-01 (KOD-01).....	52
6.14. Kolom Distilasi-01 (KD-01)	53
6.15. Kolom Distilasi-02 (KD-02)	54
6.16. Kolom Distilasi Reaktif-01 (RDC-01).....	55

6.17. Partial Condensor-01 (PC-01).....	57
6.18. Pompa-01 (P-01)	57
6.19. Pompa-02 (P-02)	58
6.20. Pompa-03 (P-03)	59
6.21. Pompa-04 (P-04)	60
6.22. Pompa-05 (P-05)	61
6.23. Pompa-06 (P-06)	62
6.24. Pompa-07 (P-07)	63
6.25. Pompa-08 (P-08)	64
6.26. Pompa-09 (P-09)	65
6.27. Reboiler-01 (RB-01)	66
6.28. Reboiler-02 (RB-02)	67
6.29. Reboiler-03 (RB-03)	67
6.30. Tanki-01 (T-01).....	68
6.31. Tanki-02 (T-02).....	69
6.32. Tanki-03 (T-03).....	70
6.33. Tanki-04 (T-04).....	70
6.34. Tanki-05 (T-05).....	71
6.35. Tanki-06 (T-06).....	72
BAB 7 ORGANISASI PERUSAHAAN	73
7.1. Bentuk Organisasi Perusahaan	73
7.2. Manajemen dan Struktur Organisasi Perusahaan.....	74
7.3. Tugas dan Wewenang	75
7.4. Sistem Kerja	80
7.5. Penentuan Jumlah Karyawan	81
BAB 8 ANALISA EKONOMI	86
8.1. Keuntungan (Profitabilitas)	87
8.2. Lama Waktu Pengembalian Modal	88
8.3. Total Modal Akhir.....	90
8.4. Laju Pengembalian Modal	93

8.5. Break Even Point (BEP).....	94
BAB 9 KESIMPULAN	97

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1. Sejarah dan Perkembangan Produksi Etil Asetat.....	3
Tabel 1.2. Perbandingan Macam-Macam Proses Produksi Etil Asetat.....	6
Tabel 2.1. Data Impor Etil Asetat	11
Tabel 2.2. Pemilihan Proses Pembuatan Etil Asetat	12
Tabel 7.1. Pembagian Waktu Kerja Pekerja Shift	81
Tabel 7.2. Perincian Jumlah Karyawan.....	84
Tabel 8.1. Angsuran Pengembalian Modal	90
Tabel 8.2. Kesimpulan Analisa Ekonomi	96

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1.	Kapasitas Produksi Kebutuhan Etil Asetat.....	11
Gambar 3.1.	Peta Lokasi Pabrik	18
Gambar 3.2.	Lokasi Pabrik Etilen di Lawang – Jawa Timur	19
Gambar 3.3.	Tata Letak Peralatan	24
Gambar 3.4.	<i>Layout</i> Pabrik	25
Gambar 7.1.	Struktur Organisasi Perusahaan.....	86
Gambar 8.1.	<i>Break Event Point</i>	95

DAFTAR NOTASI

1. ACCUMULATOR

C	:	Tebal korosi yang diizinkan, m
E	:	Effisiensi pengelasan, dimensionless
ID, OD	:	Inside diameter, Outside diameter, m
L	:	Panjang accumulator, m
P	:	Tekanan operasi, atm
S	:	Working stress yang diizinkan
t	:	Temperatur Operasi, °C
V	:	Volume total, m ³
V _s	:	Volume silinder, m ³
W	:	Laju alir massa, kg/jam
ρ	:	Densitas, lb/ft ³

2. CHILLER, HEATER, KONDENSOR, REBOILER

A	=	Area perpindahan panas, ft ²
a _a , a _p	=	Area pada annulus, inner pipe, ft ²
a _s , a _t	=	Area pada shell, tube, ft ²
a''	=	external surface per 1 in, ft ² /in
B	=	Baffle spacing, in
C	=	Clearance antar tube, in
D	=	Diameter dalam tube, in
D _e	=	Diameter ekivalen, in
f	=	Faktor friksi, ft ² /in ²
G _a	=	Laju alir massa fluida pada annulus, lb/jam.ft ²
G _p	=	Laju alir massa fluida pada inner pipe, lb/jam.ft ²
G _s	=	Laju alir massa fluida pada shell, lb/jam.ft ²

G_t	= Laju alir massa fluida pada tube, lb/jam.ft ²
g	= Percepatan gravitasi
h	= Koefisien perpindahan panas, Btu/jam.ft ² .°F
h_{i,hi_0}	= Koefisien perpindahan panas fluida bagian dalam dan luar tube
jH	= Faktor perpindahan panas
k	= Konduktivitas termal, Btu/jam.ft ² .°F
L	= Panjang tube, pipa, ft
LMTD	= Logaritmic Mean Temperature Difference, °F
N	= Jumlah baffle
N_t	= Jumlah tube
P_T	= Tube pitch, in
ΔP_r	= Return drop sheel, Psi
ΔP_s	= Penurunan tekanan pada shell, Psi
ΔP_t	= Penurunan tekanan tube, Psi
ID	= Inside Diameter, ft
OD	= Outside Diameter, ft
ΔP_T	= Penurunan tekanan total pada tube, Psi
Q	= Beban panas pada heat exchanger, Btu/jam
R_d	= Dirt factor, Btu/jam.ft ² .°F
R_e	= Bilangan Reynold, dimensionless
s	= Specific gravity
T_1, T_2	= Temperatur fluida panas inlet, outlet, °F
t_1, t_2	= Temperatur fluida dingin inlet, outlet, °F
T_c	= Temperatur rata-rata fluida panas, °F
t_c	= Temperatur rata-rata fluida dingin, °F
U_c, U_d	= Clean overall coefficient, design overall coefficient, Btu/jam.ft ² .°F
W	= Laju alir massa fluida panas, lb/jam
w	= Laju alir massa fluida dingin, lb/jam

μ = Viscositas, cp

U_c : overall transfer coefisient dalam seksi konveksi, Btu/jam.ft² °F

ρ_g : densitas fuel gas, lb/ft³

G : mass velocity pada minimum cross section, lb/s.ft²

3. KNOCK OUT DRUM

A : *Vessel Area Minimum*, m²

C : *Corrosion maksimum*, in

D : Diameter *Vessel* minimum,m

E : *Joint effisiensi*

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 DISTILASI

A_d	: Downcomer area, m ²
A_t	: Tower area, m ²
A_n	: Net area, m ²
A_a	: Active area, m ²
A_b	: Hole area, m ²
A_{da}	: Aerated area, m ²
C	: Faktor korosi yang dizinkan, m
C_{sb}	: Kapasitas vapor, m/det
Dl	: Clearance, mm
d_h	: Diameter hole, mm
d_c	: Diameter kolom, mm
e	: Total entrainment, kg/det
E	: Joint efficiency, dimensionless
F	: Friction factor, dimensionless
F_{iv}	: Paramater aliran, dimensionless
h_a	: Aerated liquid drop, m
h_f	: Froth height, mm
h_w	: Weir height, mm
h_σ	: Weep point, cm
H	: Tinggi kolom, m
L_w	: Weir length
L	: Laju alir massa liquid solvent, kg/det
N_m	: Jumlah tray minimum
ΔP	: Pressure drop
P	: Tekanan desain, atm
q	: Laju alir volume umpan solvent, m ³ /det
Q	: Laju alir volume umpan gas, m ³ /det

Q_p	: Aeration factor, dimensionless
R	: [L/D] refluks ratio, dimensionless
R_h	: Radius Hydrolic, m
R_m	: Refluks minimum
R_{eh}	: Reynold modulus, dimensionless
S	: Working stress, N/m ²
S_s	: Stage umpan
S_t	: Jumlah stages
t	: Tebal dinding vessel, m
T	: Temperatur operasi, °C
T_{av}	: Temperatur rata-rata, °C
U_f	: Kecepatan aerated mass, U_f
V	: Laju alir massa umpan gas, kg/det
V_d	: Downcomer velocity, m/det
α	: Relatif volatil, dimensionless
Δ	: Liquid gradien, cm
ρ_g	: Densitas gas, kg/m ³
ρ_l	: Densitas liquid, kg/m ³
ψ	: Fractional entrainment, dimensionless

5. POMPA

A	= Area alir pipa, in ²
BHP	= Brake Horse Power, HP
$D_{i\ opt}$	= Diameter optimum pipa, in
E	= Equivalent roughness
f	= Faktor friksi
FK	= Faktor keamanan
g_c	= Percepatan gravitasi, ft/s ²

Gpm	= Gallon per menit
H_f suc	= Total friksi pada suction, ft
H_f dis	= Total friksi pada discharge, ft
H_{fs}	= Skin friction loss
H_{fsuc}	= Total suction friction loss
H_{fc}	= Sudden Contraction Friction Loss (ft lb _m /lb _f)
H_{fe}	= Sudden expansion friction loss (ft lb _m /lb _f)
ID	= Inside diameter pipa, in
K_C, K_S	= Contraction, expansion loss contraction, ft
L	= Panjang pipa, ft
L_e	= Panjang ekuivalen pipa, ft
NPSH	= Net positive suction head (ft)
N_{Re}	= Reynold number, dimension less
P_{vp}	= Tekanan uap, Psi
Q_f	= Laju alir volumeterik
V_f	= Kapasitas pompa, lb/jam
V	= Kecepatan alir
ΔP	= Beda tekanan, Psi

6. KOLOM DISTILASI REAKTIF

A_t	= Luas keseluruhan jumlah tube, m ²
A_f	= Free area, m ²
A_s	= Area shell, m ²
a'_t	= Luas area per tube, m ²
B	= Baffle spacing
C_{Ao}	= konsentrasi awal umpan masuk, kmol/m ³
C	= Tebal korosi yang dizinkan, atm
D_K	= Diameter katalis, cm

D_T	= Diameter tube, in
D_S	= Diameter shell, m
F_{Ao}	= Laju alir umpan, kmol/jam
g	= Gravitasi
H_r	= Tinggi Reaktor, m
ID	= Inside Diameter, m
k	= Konstanta laju reaksi, $m^3/kmol.s$
L_t	= Panjang tube, m
M_{fr}	= Laju alir massa umpan, kg/h
N	= Bilangan Avogadro
N_t	= Jumlah Tube
OD	= Outside Diameter, m
P	= Tekanan, atm
P_T	= tube pitch, atm
Q_f	= Volumetric Flowrate Umpan
Re	= Bilangan Reynold
S	= Working Stress yang diizinkan, atm
T	= Temperatur. $^{\circ}C$
t	= Tebal dinding vessel
V_f	= Total free volume, m^3
V_K	= Volume katalis, m^3
V_K	= Volume shell, m^3
V_t	= Volume reaktor, m^3
V_{TR}	= Volume tube reaktor, m^3
W_k	= Berat katalis
X	= Konversi
ρ	= Densitas
ε_A	= Voidage

φ	= Porositas Katalis
σ	= Diameter Partikel, cm
ΔP_b	= Pressure Drop, kPa

7. TANGKI

C	= Tebal korosi yang diizinkan
D	= Diameter tangki, m
E	= Efisiensi penyambungan, dimensionless
h	= Tinggi head, m
H	= Tinggi silinder, m
H_T	= Tinggi total tangki, m
P	= Tekanan Operasi, atm
S	= Working stress yang diizinkan, Psia
T	= Temperatur Operasi, K
t	= Lama persediaan/penyimpanan, hari
V_h	= Volume ellipsoidal head, m^3
V_s	= Volume silinder, m^3
V_t	= Volume tangki, m^3
W	= Laju alir massa, kg/jam
ρ	= Densitas, kg/m^3

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. PATENT UTAMA

LAMPIRAN 2. PATENT PENDUKUNG

LAMPIRAN 3. TUGAS KHUSUS

LAMPIRAN 4. BIODATA PENULIS

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pendirian suatu industri kimia merupakan salah satu parameter yang menjadi indikator perkembangan ekonomi suatu negara, salah satunya Indonesia. Indonesia merupakan negara yang saat ini masih melakukan kegiatan impor senyawa etil asetat. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) kebutuhan etil asetat di Indonesia cenderung meningkat dari tahun 2013 hingga tahun 2017. Maka dari itu, diperkirakan kebutuhan etil asetat dalam negeri pada tahun 2022 adalah 77.000 ton/tahun.

Etil asetat merupakan cairan tidak berwarna yang mempunyai berat molekul 88,10 g/mol. Etil asetat mudah larut dalam air dan pelarut organik, seperti alkohol, aseton, eter dan kloroform (Dutia, 2004). Oleh sebab itu, etil asetat sering digunakan sebagai pelarut organik dalam industri pembuatan tinta, pembuatan resin dan *adhesive agents* (Chien, 2005).

Selain itu, menurut Dutia (2004), etil asetat dapat digunakan sebagai pelarut dalam ekstraksi produk farmasi dan makanan (Konakom, 2010). Etil asetat juga banyak digunakan sebagai bahan baku pembuatan plastik, bahan baku bagi pabrik parfum, flavor, kosmetik, dan minyak atsiri (McKetta dan Cunningham, 1994).

Berdasarkan hal tersebut, dapat dikatakan bahwa kebutuhan akan etil asetat sebagai bahan baku dan pelarut dalam pembuatan plastik, tinta, resin serta kebutuhan lainnya akan mengalami peningkatan setiap tahunnya. Etil asetat merupakan salah satu bahan kimia yang sangat dibutuhkan di Indonesia. Oleh sebab itu, ditinjau dari kegiatan impor yang masih dilakukan oleh negara Indonesia tersebut, dapat dikatakan bahwa pembangunan industri etil asetat memiliki potensi untuk terus berkembang bahkan dapat memonopoli pasar dalam menghasilkan ketersediaan bahan baku etil asetat agar kebutuhan etil asetat di dalam negeri terpenuhi, dan kegiatan impor yang dilakukan Indonesia akan berkurang.

Dari penjelasan yang telah diuraikan di atas, maka disusunlah sebuah skripsi mengenai pra rencana pabrik pembuatan etil asetat berbasis reaksi dehidrogenasi dan dimineralisasi dengan bahan baku utama etanol.

1.2. Sejarah dan Perkembangan

Etil asetat banyak digunakan dalam berbagai macam bahan pelapis seperti epoksi, urethane, selulosa, akrilik, dan vinil. Pengaplikasian bahan pelapis ini banyak digunakan dalam perabotan dan perlengkapan berbahan kayu, alat agrikultural, alat konstruksi dan pertambangan, alat *refinishing* otomatis, serta alat pemeliharaan dan pemanfaatan kelautan. Selain itu, etil asetat juga digunakan sebagai pelarut dalam tinta untuk pencetakan *flexographic* dan *rotogravure*, pelarut ekstraksi dalam produksi obat-obatan dan makanan, serta sebagai pelarut pembawa untuk herbisida. Produk dengan kemurnian yang tinggi dalam membantu untuk meredam viskositas pada resin yang digunakan dalam formulasi photoresist di industri elektronik.

Dalam perkembangannya, produksi etil asetat diperkirakan permintaannya akan tumbuh 3-4% pertahun secara global. Hal ini dikarenakan banyaknya permintaan etil asetat sebagai pelapis permukaan dan sebagai pengganti perlarut yang terbatas. Secara geografis, permintaan terkuat berada di China dan Asia Tenggara. Sementara pasar negara-negara maju seperti Eropa Barat dan Amerika Serikat akan meningkat laju pertumbuhannya pada atau dibawah Produk Domestik Bruto (PDB).

Di Amerika Serikat, pertumbuhan angka produksi etil asetat kedepannya diprediksi pada 2% pertahun hingga 2020. Menurut ICIS Chemical Business (ICB), permintaan Amerika Serikat akan meningkat dari 88.500 ton pada tahun 2015 menjadi 95.300 ton pada tahun 2019. Amerika Serikat menggunakan etil asetat sekitar 60% sebagai pelarut dalam berbagai formulasi bahan pelapis.

Selama 20 tahun terakhir, etil asetat kurang bersaing dengan pelapisan berpelarut air dan high-solid, sistem pelapisan dengan bubuk dan dua komponen, karena etil asetat mudah menguap pada lingkungan. Akan tetapi konversi etil asetat terus meningkat sehingga pasar yang tersisa dapat meningkat lagi dengan laju sekitar 2% pertahun.

Asia Tenggara dan China menjadi daerah yang paling penting secara global untuk produksi dan konsumsi etil asetat. Pasar cat dan pelapis (*coating*) di Asia Tenggara diperkirakan akan tumbuh pada 5-6% per tahun. Sejumlah pabrik etil asetat di China mengalami pertumbuhan pemasaran setidaknya sebanyak 8% per tahun.

Tabel 1.1. Sejarah dan Perkembangan Produksi Etil Asetat

Tahun	Nama	Keterangan
1978	Takeshita Kenji	Memproduksi etil asetat dengan cara mengurangi konversi katalisisasi copper dari alkohol primer menjadi ester dan keton
1991	Kuo-Hua Chao, Tamal K. Dutta, dan Lynn H. Slaugh	Memproduksi etil asetat dengan melakukan proses oksidasi dari alcohol primer menjadi aldehid, ester daan acid. Alcohol primer direaksikan dengan oksigen, dengan pemilihan katalis dari <i>ruthenium</i> , <i>rhodium</i> , <i>platinum</i> , <i>palladium</i> , <i>rhenium</i> dan campuran dari semuanya. Dengan pilihan C1 menjadi C20 alkil ammonium <i>co-catalyst</i> , dan dihidro-dihidroksinaptalena, dihidroksiantrasena atau campuran dari semuanya.
2013	Sagar B Gadewar	Memproduksi etil asetat kemurnian tinggi dari etanol dengan proses yang melibatkan reaksi etanol dengan tambahan katalis yang sesuai dalam kolom distilasi reaktif. Distilasi reaktif memungkinkan mengatasi kesetimbangan reaksi untuk meningkatkan konversi etanol. Hidrogen dikeluarkan karena distilat dan etil asetat diperoleh sebagai produk dasar dari kolom distilasi reaktif. Umpam hidrogen di bagian bawah kolom dan katalis hidrogenasi yang sesuai ditempatkan dibagian bawah kolom untuk mengurangi zat pengotor yang signifikan seperti butan-2-one, butyraldehida dalam produk etil asetat. Menambahkan

		reaktor samping ke kolom distilasi reaktif memungkinkan penambahan katalis tambahan untuk konversi reaktan yang lebih baik.
2016	Sagar B. Gadewar dan Peter K. Stoimenov	Memproduksi etil asetat dengan kemurnian tinggi dengan proses mengontakkan alirannya dengan solvent, membuang impuritis yang terkandung dalam aliran masuk solvent untuk mengekstrak dan memurnikan produk, memisahkan ekstrak dari produk yang murni, memisahkan kandungan impuritis dari ekstrak, membagi aliran impuritis dan regenerasi solvent, dan recycle regenerasi solvent untuk dikontakkan lagi ke inlet stream. Inlet stream mengandung etil asetat dan impuritis, dan ekstrak mengandung solven dan impuritis yang di alirkkan dari inlet stream

1.3. Macam-Macam Proses Pembuatan Etil Asetat

Etil asetat dapat dibuat dengan berbagai proses, berikut ini adalah beberapa proses pembuatan etil asetat, diantaranya adalah:

1. Proses esterifikasi
2. Proses reaksi *Tischenko*
3. Proses Theodore
4. Proses Hidrogenasi
5. Proses Dehidrogenasi dan Dimerisasi

1.3.1. Proses Esterifikasi

Proses esterifikasi dalam industri dapat dilakukan secara kontinyu maupun *batch*. Pemilihan kedua macam proses tersebut tergantung pada kapasitas produksinya. Untuk kapasitas produksi yang relatif kecil sebaiknya jenis yang digunakan adalah proses *batch*. Pada proses ini reaktan yang digunakan merupakan etanol dan asam asetat dengan menggunakan katalis asam sulfat. Proses ini berlangsung pada temperatur 100°C dengan *yield* etil asetat yang dihasilkan yaitu 67%.

Reaksi yang berlangsung:



1.3.2. Proses Reaksi Tischenko

Proses pembuatan etil asetat dengan reaksi Tischenko, menghasilkan *yield* 60% ester dengan penambahan aluminum *ethoxide* dalam asetaldehid terjadi pada suhu -20°C. Pengembangan produk pada skala industri berada di Eropa selama awal pertengahan abad, lalu asetaldehid menjadi produk intermediat penting dalam bahan dasar pembuatan asetilen.

Reaksi yang berlangsung:



1.3.3. Proses Theodore

Bahan baku yang digunakan adalah etanol dan asam asetat dengan katalis *zirconium dioxide* pada suhu 70°C. Proses ini berlangsung secara *batch* dengan konversi mencapai 64%.

Reaksi yang berlangsung:



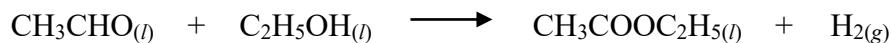
1.3.4. Proses Hidrogenasi

Bahan baku yang digunakan adalah asam asetat dari distilasi pertama pada kolom distilasi kedua dipisahkan dan dikembalikan ke *mixing point*. Distilasi dari kolom pertama akan diekstraksi pada kolom ekstraksi dengan top product berupa etil asetat. Sedangkan residu kolom ekstraksi akan dipisahkan pada kolom distilasi ketiga sehingga dihasilkan etanol sebagai distilat dan air sebagai residunya.

1.3.5. Proses Dehidrogenasi dan Dimerisasi

Proses ini dijelaskan pada US Pat. No. 9447018 dimana bahan baku yang digunakan adalah etanol. Produksi etil asetat terjadi pada suhu 211°C dengan tekanan 20 bar di dalam *Reactive Distillation Column* (RDC) menggunakan katalis CuO/ZnO/Al₂O₃. Pada proses dehidrogenasi akan terbentuk esetaldehid dan hidrogen. Sedangkan pada proses dimerisasi, etanol akan bereaksi dengan asetaldehid membentuk etil asetat dan hidrogen. Kemurnian etil asetat dalam proses ini sebesar 98,5%.

Reaksi yang berlangsung:



Tabel 1.2. Perbandingan Macam-Macam Proses Produksi Etil Asetat

No.	Jenis Proses	Bahan Baku	Kondisi Operasi	Produk Samping	Yield	Konversi
1	Esterifikasi	Etanol dan Asam Asetat	T = 100°C P = 1 atm	Air	67%	95%
2	Tischenko	Asetaldehid	T = 0 – 5°C P = 1 atm	-	61%	98%
3	Theodore	Etanol dan Asam Asetat	T = 70°C P = 1 atm	Air	60%	64%
4	Hidrogenasi	Asam Asetat	T = 125 – 350°C P = 10 – 300 kPa	Air, alcanoic acids, carbonyl group	60-80%	10-80%
5	Dehidrogenasi dan Dimerisasi	Etanol	T = 100 – 300°C P = 10 – 20 atm	Hidrogen	60-80%	65%

1.4. Sifat-sifat Fisika dan Kimia

Sifat fisik dan kimia senyawa-senyawa baik bahan baku maupun produk (utama dan samping) yang dihasilkan, sebagai berikut:

1. Etanol

No.	Sifat-sifat	Keterangan
1.	Rumus molekul	C ₂ H ₅ OH
2.	Berat molekul (gr/mol)	46,07
3.	Densitas (gr/cm ³)	0,7893
4.	Viskositas (cP)	1,17
5.	Wujud	Cair
6.	Warna	Tidak Berwarna
7.	Titik didih, T _d (°C)	78,37
8.	Titik lebur, T _f (°C)	-112

9.	Tekanan kritis, P_c (atm)	63,1
10.	Temperatur kritis, T_c (K)	516,3
11.	$\Delta H^\circ f_{(l)}$ (kkal/mol)	-51,3
12.	$\Delta G^\circ f_{(l)}$ (kkal/mol)	-26,06

(Sumber: *Yaws, C. L., 1999*)

2. Etil Asetat

No.	Sifat-sifat	Keterangan
1.	Rumus molekul	$C_4H_8O_2$
2.	Berat molekul (gr/mol)	88,11
3.	Densitas (gr/cm ³)	0,902
4.	Viskositas (cP)	0,426
5.	Wujud	Cair
6.	Warna	Tidak Berwarna
7.	Titik didih, T_d (°C)	77,1
8.	Titik lebur, T_f (°C)	-83,6
9.	Tekanan kritis, P_c (atm)	63
10.	Temperatur kritis, T_c (K)	243,1
11.	$\Delta H^\circ f_{(l)}$ (kkal/mol)	-105,86
12.	$\Delta G^\circ f_{(l)}$ (kkal/mol)	-78,20

(Sumber: *Yaws, C. L., 1999*)

3. Air

No.	Sifat-sifat	Keterangan
1.	Rumus molekul	H_2O
2.	Berat molekul (gr/mol)	18,02
3.	Densitas (gr/cm ³)	1,00
4.	Viskositas (cP)	1,00
5.	Wujud	Cair
6.	Warna	Tidak Berwarna
7.	Titik didih, T_d (°C)	100,0
8.	Titik lebur, T_f (°C)	0,00

9.	Tekanan kritis, P_c (atm)	218,3
10.	Temperatur kritis, T_c (K)	647
11.	$\Delta H^\circ f_{(l)}$ (kkal/mol)	-57,7979
12.	$\Delta G^\circ f_{(l)}$ (kkal/mol)	-54,6351

(Sumber: *Yaws, C. L., 1999*)

4. Asetaldehid

No.	Sifat-sifat	Keterangan
1.	Rumus molekul	C_2H_4O
2.	Berat molekul (gr/mol)	44,06
3.	Densitas (gr/cm ³)	0,79
4.	Viskositas (cP)	0,295
5.	Wujud	Gas
6.	Warna	Tidak Berwarna
7.	Titik didih, T_d (°C)	20,8
8.	Titik lebur, T_f (°C)	-123,5
9.	Tekanan kritis, P_c (atm)	63,2
10.	Temperatur kritis, T_c (K)	461
11.	$\Delta H^\circ f_{(l)}$ (kkal/mol)	-714,209
12.	$\Delta G^\circ f_{(l)}$ (kkal/mol)	-558,1456

(Sumber: *Yaws, C. L., 1999*)

5. Hidrogen

No.	Sifat-sifat	Keterangan
1.	Rumus molekul	H_2
2.	Berat molekul (gr/mol)	2,014
3.	Densitas (gr/cm ³)	0,089E-3
4.	Viskositas (cP)	0,88 E-4
5.	Wujud	Gas
6.	Warna	Tidak Berwarna
7.	Titik didih, T_d (°C)	-252,87
8.	Titik lebur, T_f (°C)	-259,1

9.	Tekanan kritis, P_c (atm)	12,8
10.	Temperatur kritis, T_c (K)	33,3
11.	$\Delta H^\circ f_{(l)}$ (kkal/mol)	0,00
12.	$\Delta G^\circ f_{(l)}$ (kkal/mol)	0,00

(Sumber: *Yaws, C. L., 1999*)

DAFTAR PUSTAKA

- Alibaba. 2018. *Ethanol Industrial Price*. (Online). www.alibaba.com. (Diakses pada 09 Juli 2018)
- Anonim. 2015. *Indeks Harga Perdagangan Besar Bahan Bangunan/Konstruksi Indonesia 2002-2015*. (Online). http://www.bps.go.id/website/tabelExcel Indo/indo_20_1458.xls. (Diakses 08 Juli 2018).
- Anonim. 2016. *Kurs Dollar*. (Online). <http://kursdollar.net/grafik/USD>. (Diakses pada 08 Juli 2018).
- Badan Pusat Statistik. 2016. *Indeks Harga Perdagangan Besar Menurut Sektor (Tahunan) 2000-2016*. (Online). <http://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/930> (Diakses pada 07 Juli 2018)
- Badan Pusat Statistik. 2017. *Indeks Harga Produsen (IHP) Indonesia Triwulan Menurut Sektor 2010-2017*. (Online). <https://www.bps.go.id/dynamictable/2015/10/31/969/indeks-harga-produsen-ihp-indonesia-triwulanan-menurut-sektor-2010-100-2010-2017.html> (Diakses pada 08 Juli 2018)
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. *Konservasi Energi Sistem Pencahayaan*. (Online). <https://www.philips.co.id/id/c-p/8718696715185/led-bohlam-lampu/spesifikasi> (Diakses pada 07 Juli 2018)
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. *Konservasi Energi Sistem Pencahayaan*. (Online). <https://www.philips.co.id/id/p/8727900808575/lampu-linier-halogen/spesifikasi> (Diakses pada 07 Juli 2018)
- Bank Indonesia. 2016. *Foreign Exchange Rates*. (Online). <http://www.bi.go.id/en/moneter/informasi-kurs/transaksi-bi.aspx> (Diakses pada 08 Juli 2018).
- Brownell, L. E. dan Young, E. H. 1979. *Process Equipment Design*. Wiley Eastern Limited: New York.
- Chien a, I. L., Teng Y., Huang, H. P., dan Tang, Y. T. 2004. Design and Control of an Ethyl Acetate Process: Coupled Reactor/Column Configuration. *Journal of Process Control*. 15: 435-449.
- Dutia, P. 2004. *Ethyl Acetate: A Techno-Commercial Profile*. Chemical Weekly. 179-186.

- Franks, F. 1982. *Water, A comprehensive treatise*. Plenum Press. New York: 1972-1982.
- ICIS Chemical Business. 2015. *Ethyl Acetate Uses and Market Data*. (Online): <https://www.icis.com/resources/news/2007/11/02/9075320/ethyl-acetate-uses-and-market-data/> (Diakses pada 17 Juni 2018)
- Ismail, S. 1999. *Alat Industri Kimia*. Unsri: Palembang.
- Kern, D. Q. 1965. *Process Heat Transfer*. McGraw-Hill Book Co: New York.
- Khoirudin, M. D. 2017. *Deskripsi Wilayah*. (Online): <http://eprints.umm.ac.id/35883/4/jiptummpp-gdl-muchamadde-50025-4-babiii.pdf> (Diakses pada 22 Juni)
- Konakom, K., Saengchan, A., Kittisupakorn, P., dan Mujtaba, I. M. 2010. *High Purity Ethyl Acetate Production with a Batch Reactive Distillation Column using Dynamic Optimization Strategy*. Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science Vol II. San Francisco: USA.
- Levenspiel, O. 1999. *Chemical Reaction Engineering, Third Edition*. John Wiley & Sons Inc: USA.
- Ludwig, E. E., 1997. *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants, Volume 2, Third Edition*. Gulf Publishing Co: Houston
- Matches. 2015. *Matche's Process Equipment Cost Estimates*. (online). www.matche.com. (Diakses 09 Juli 2018).
- Men'shchikov, V. A., dan I. P. Semenov. 2013. *Developing a Process for Producing Ethylacetate via the Dehydrogenetaion of Ethanol*. Vol 05, No-01: Russia.
- Mc Cabe, W. L., 1995. *Unit Operations of Chemical Engineering*. Mc Graw-Hill Book Co: New York.
- Mc Ketta, John, J., dan Cunningham W. A. 1984. *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*. Vol 20. Marcel Dekker Inc: New York.
- Perry, R. H. 1999. *Perry's Chemical Engineer's Handbook, 7th Edition*. McGraw-Hill Book Co: New York.
- Peters, M. S. dan K. D. Timmerhaus. 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers, Fourth Edition*. Mc Graw-Hill Book Co: New York.

- Onuki, Shinnosuke., Koziel, Jacek A., van Leeuwen, Johannes., Jenks, William S., Grewell, David., dan Cai, Lingshuang. 2008. *Ethanol production, purification, and analysis techniques: a review*. ASABE Annual International Meeting.
- Santacesaria, E., Carotenuto, G., dan Tesser, R. 2013. *Kinetic Study of Ethanol Dehydrogenation to Ethyl Acetate Promoted by a CuO/ZnO/Al₂O₃ Based Catalyst*. University of Naples, Department of Chemistry, Italy. Vol 203: 202-210.
- Sinnott, R. K. 2005. *Coulson & Richardson's Chemical Engineering, Volume 6, Fourth Edition: Chemical Engineering Design*. Elsevier Butterworth-Heinemann: Oxford
- Smith, J. M. dan H. C. Van Ness. 2001. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, Sixth Edition*. Mc Graw-Hill Book Co: New York.
- Sosrodarsono, S., dan Takeda, K. 1976. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Treyball, R. E. 1980. *Mass Transfer Operation*. McGraw-Hill Book Co: New York.
- Vilbrandt, F. C. dan Dryden, C. E. 1959. *Chemical Engineering Plant Design, Fourth Edition*. Japan: McGraw-Hill Book Company.
- Walas, S. M. 1990. *Chemical Process Equipment Selection and Design*. Butterworth- Heinemann: New York.
- Welty et. al. 2008. *Fundamentals of Momentum, Heat, and Mass Transfer, Fifth Edition*. John Wiley & Sons Inc: USA.