

SKRIPSI

**PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN
TETRAHYDROFURAN KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN**



Mufaddhol Siregar

NIM 03031181621003

Dwi Luthfi Ainun Ilmi

NIM 03031281621051

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2020

HALAMAN PENGESAHAN

PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN *TETRAHYDROFURAN*
KAPASITAS 60.000 TON / TAHUN

SKRIPSI

Diajukan untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana

Oleh

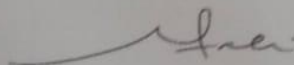
Mufaddhol Siregar

NIM. 03031181621003

Dwi Luthfi Ainun Ilmi

NIM. 03031281621051

Dosen Pembimbing Tugas Akhir



Ir. H. Farida Ali, DEA.

NIP. 195511081984032001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. Ir. H. Syaiful, DEA.

NIP. 195810031986031003

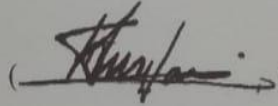
HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul "Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Tetrahydrofuran Kapasitas 60.000 Ton/Tahun" telah dipertahankan oleh Mufaddhol Siregar dan Dwi Luthfi Ainun Ilmi di hadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 16 September 2020.

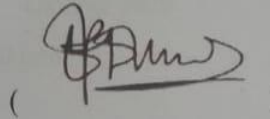
Palembang, Oktober 2020

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

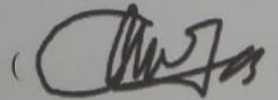
1. Ir. Hj. Tri Kurnia Dewi, M.Sc, Ph.D
NIK. 1671104307520005

()

2. Ir. Rosdiana Muin, S.T., M.T.
NIP. 197311052000032003

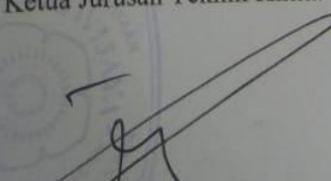
()

3. Dr. David Bahrin, S.T., M.T.
NIP. 198010312005011003

()

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia


Dr. H. Syaiful, DEA
NIP. 195810031986031003

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mufaddhol Siregar

NIM : 03031181621003

Judul Tugas Akhir : Pra Rancangan Pabrik Pembuatan *Tetrahydrofuran* dengan Kapasitas 60.000 Ton/Tahun.

Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama **Dwi Luthfi Ainun Ilmi** 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 paksaan dari pihak manapun.

Palembang, Oktober 2020



Mufaddhol Siregar

NIM. 03031181621003



HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dwi Luthfi Ainun Ilmi

NIM : 03031281621051

Judul Tugas Akhir : Pra Rancangan Pabrik Pembuatan *Tetrahydrofuran* dengan Kapasitas 60.000 Ton/Tahun.

Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama **Mufaddhol Siregar** 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 paksaan dari pihak manapun.

Palembang, 6 Oktober 2020



Dwi Luthfi Ainun Ilmi

NIM. 03031281621051

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat-Nya sehingga tugas akhir yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik Pembuatan *Tetrahydrofuran* Kapasitas 60.000 Ton/Tahun” dapat diselesaikan dengan baik. Penulisan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk mengikuti ujian sidang sarjana strata satu di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik karena bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini disampaikan terima kasih kepada: Ibu Ir. H. Farida Ali, DEA selaku dosen pembimbing tugas akhir, bapak dan ibu dosen jurusan teknik kimia fakultas teknik Universitas Sriwijaya, dan orang tua dan teman-teman yang telah memberikan motivasi, saran, serta dukungan yang terbaik.

Penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat memberikan gambaran mengenai perancangan pabrik, dapat dijadikan sebagai referensi ilmu pengetahuan, dan dapat bermanfaat bagi mahasiswa teknik kimia Universitas Sriwijaya.

Indralaya, Oktober 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
ABSTRAK	xx
BAB I PEMBAHASAN UMUM	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Sejarah dan Perkembangan	2
1.3 Proses Pembuatan.....	2
1.4 Deskripsi dan Kegunaan	4
1.5 Sifat Fisika dan Kimia.....	4
BAB II PERENCANAAN PABRIK	
2.1 Alasan Pendirian Pabrik.....	6
2.2 Pemilihan Kapasitas	7
2.3 Pemilihan Bahan Baku.....	9
2.4 Pemilihan Proses	9
2.5 Uraian Proses	10
BAB III LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	
3.1 Lokasi Pabrik	13
3.2 Tata letak Pabrik	16
3.3 Perkiraan Luas Tanah.....	17
BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS	
4.1 Neraca Massa	21

4.2	Neraca Panas	25
BAB V UTILITAS		
5.1	Unit Pengadaan Air	30
5.2	Unit Pengadaan Refrigeran	35
5.3	Unit Pengadaan Steam	35
5.4	Unit Pengadaan Tenaga Listrik	36
5.5	Unit Pengadaan Bahan Bakar	38
BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN		
BAB VII ORGANISASI PERUSAHAAN		
7.1	Bentuk Perusahaan	73
7.2	Struktur Organisasi	74
7.3	Tugas dan Wewenang	77
7.4	Status Karyawan dan Sistem Penggajian	80
7.5	Sistem Kerja	80
7.6	Penentuan Jumlah Karyawan	81
BAB VIII ANALISA EKONOMI		
8.1	Keuntungan (Profitability)	86
8.2	Lama Waktu Pengembalian Modal	86
8.3	Total Modal Akhir	88
8.4	Laju Pengembalian Modal	89
8.5	Break Even Point	90
BAB IX KESIMPULAN		
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kebutuhan Tetrahydrofuran.....	7
Tabel 2.2	Pabrik Tetrahydrofuran di luar negeri.....	8
Tabel 2.3	Perbandingan Proses Pembuatan Tetrahydrofuran	10
Tabel 5.1	Total Bahan Penunjang di Utilitas	30
Tabel 5.2	Total Kebutuhan Air	34
Tabel 5.3	Total Kebutuhan Refrigeran.....	35
Tabel 5.4	Total Kebutuhan Steam.....	35
Tabel 5.5	Kebutuhan Listrik Peralatan.....	36
Tabel 5.6	Total Kebutuhan Bahan Bakar	42
Tabel 7.1	Pembagian Jadwal Shift Kerja Karyawan.....	80
Tabel 7.2	Jumlah Karyawan.....	81
Tabel 7.3	Lanjutan Tabel 7.2	84
Tabel 8.1	Total Penjualan Produk.....	86
Tabel 8.2	Angsuran Pengembalian Modal	87
Tabel 8.3	Kesimpulan Analisa Ekonomi	92

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Grafik Impor Tetrahydrofuran	8
Gambar 3.1.	RTRW DKI Jakarta tahun 2014.....	16
Gambar 3.2.	Lokasi Pabrik	18
Gambar 3.3.	Tata Letak Peralatan Pabrik Pembuatan Tetrahydrofuran	19
Gambar 3.4.	Tata Letak Pabrik Pembuatan Tetrahydrofuran	20
Gambar 7.1	Struktur Organisasi Perusahaan	76
Gambar 8.1.	Titik <i>Break Even Point</i> (BEP).....	91

DAFTAR NOTASI

1. TANGKI

C	=	Tebal korosi yang diizinkan
D	=	Diameter tangki, m
E	=	Efisiensi penyambungan, dimensionless
He	=	Tinggi head, m
Hs	=	Tinggi silinder, m
Ht	=	Tinggi total tangki, m
P	=	Tekanan Desain, atm
S	=	Working stress yang diizinkan, Psia
T	=	Temperatur Operasi, K
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

2. HOPPER

C	=	Faktor korosi, in
D	=	Diameter shell, ft
d	=	Diameter ujung konis, ft
E	=	Welded joint efficiency
F	=	Allowance stress, psi
h	=	Tinggi silo, ft
G	=	Laju Alir Massa, kg/s
g	=	Percepatan Gravitasi, m/s ²
P	=	Tekanan, atm
T	=	Temperatur, K
V _t	=	Volume tangki, m ³
W _s	=	Laju alir massa, kg/jam

α	= angle of repose
ρ	= Densitas, kg/m ³
θ	= Sudut Silo

3. MIXING TANK

C	= Korosi yang diizinkan, m
E	= Effisiensi pengelasan, dimensionless
S	= Working stress yang diizinkan, psi
D _t	= Diameter tanki, m
D _i	= Diameter pengaduk, m
H _i	= Tinggi pengaduk dari dasar tanki
H _l	= Tinggi pengaduk
W	= Lebar daun impeller
L	= Panjang daun impeller
V _s	= Volume silinder, m ³
V _e	= Volume ellipsoidal, m ³
t _h	= Tebal tanki, m
N _t	= Jumlah pengaduk
P	= Densitas liquid
μ	= Viscosity, cP
t _m	= waktu pengadukan, menit

4. REAKTOR

C _{Ao}	= konsentrasi awal umpan masuk, kmol/m ³
C	= Tebal korosi yang diizinkan, atm
k	= laju reaksi, m ³ /kg.h
w	= jumlah katalis, kg/m ³
K _A	= konstanta reaksi 1,4-butanediol, m ³ /kmol
K _w	= konstanta reaksi air, m ³ /kmol
C _{WO}	= konsentrasi awal air masuk, kmol/m ³
t ₀	= waktu mula-mula reaksi, jam

F_{Ao}	= Laju alir umpan, kmol/jam
Hr	= Tinggi Reaktor, m
ID	= Inside Diameter, m
k	= Konstanta laju reaksi
OD	= Outside Diameter, m
P	= Tekanan, atm
Q_f	= Volumetric Flowrate Umpan
Re	= Bilangan Reynold
S	= Working Stress yang diizinkan, atm
T	= Temperatur. °C
t	= Tebal dinding vessel
V_t	= Volume reaktor, m ³
X	= Konversi
ρ	= Densitas
σ	= Diameter Partikel, cm

5. FILTER PRESS

A	= Area Filtrasi , m ²
C	= Konsentrasi solid dalam feed, kg/m ³
mf	= Flowrate feed, kg/jam
V	= Volume liquid, m ³
ρ_c	= Densitas cake, kg/m ³
ρ_s	= Densitas campuran, kg/m ³
Θ	= Waktu filtrasi, menit

6. BUCKET ELEVATOR

ρ	= Densitas bahan, lb/ft ³
Ws	= Laju alir massa, kg/jam

7. BELT CONVEYOR

C	= Faktor material
---	-------------------

H	= Panjang belt, ft
THP	= Kapasitas belt, ton/jam
f	= Faktor keamanan, %
V	= Tinggi belt, ft
W_s	= Laju alir massa, kg/jam

8. ROTARY COOLER

C_p	= Kapasitas panas udara, kkal/kg°C
D	= Diameter dryer, m
F	= Jumlah sayap
G_s	= Jumlah udara yang digunakan, lb/jam
L	= Panjang dryer, m
L_f	= Panjang flight
N	= Jumlah putaran
P	= Power dryer, HP
S_s	= Jumlah produk yang dikeringkan, lb/jam
t_1	= Temperatur umpan masuk, °F
t_2	= Temperatur umpan keluar, °F
t_w	= Temperatur wet bulb, °F
T_{G1}	= Temperatur udara masuk, °F
T_{G2}	= Temperatur udara keluar, °F
Ud	= Overall heat transfer area, lb/ft ² :jam
θ	= Time of retention, jam

9. COOLER, HEATER, CONDENSER, VAPORIZER, REBOILER

A	= Area perpindahan panas, ft ²
C	= Clearance antar tube, in
D	= Diameter dalam tube, in
D_e	= Diameter ekivalen, in
f	= Faktor friksi, ft ² /in 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, h_{io}	= 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
$LMTD$	= Logarithmic Mean Temperature Difference, °F
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
Re	= Bilangan Reynold, dimensionless
s	= Specific gravity
T_1, T_2	= Temperatur fluida panas inlet, outlet, °F
t_1, t_2	= Temperatur fluida dingin inlet, outlet, °F
T_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_1	= Laju alir massa fluida panas, lb/jam
W_2	= Laju alir massa fluida dingin, lb/jam
μ	= Viskositas, cp

10. 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 _{fc}	= Sudden expansion friction loss (ft lb _m /lb _f)
ID	= Diameter dalam 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

11. BILANGAN TAK BERDIMENSI

N _{Re}	= Reynold Number
Sc	= Schmidt Number
jH	= Faktor perpindahan panas
f	= Friction factor

12. KOLOM DESTILASI

A	= Vessel area, m ²
Aa	= Active area, m ²
Ad	= Area downcomer, m ²
Ah	= Area, hole, m ²
An	= Area tower, m ²
C	= Faktor korosi yang diizinkan, m
CVO	= Dry orifice coefficient, dimensionless
Csb	= Kapasitas uap, m/det
D	= Diameter tower, m
Ds	= Designment space, m
E	= Joint efisiensi, dimensionless
Eo	= Overall tray pengelasan, dimensionless
e	= Total entrainment, kg/det
F	= Faktor flooding, dimensionless
FLV	= Parameter aliran, dimensionless
f	= Faktor friksi
H	= Tinggi tower, m
HK	= Heavy Component
ha	= Areated liquid drop, cm
hf	= Height of froth, cm
how	= Height liquid crast over weir, cm
hw	= Tinggi weir, cm
L	= Tinggi liquid, m
LK	= Light component
P	= Tekanan desain, atm
Q	= Liquid bolumeterik flowrate, m/det
Qv	= Vapor bolumeterik flowrate, m/det
R	= Rasio refluks, dimensionless
Rm	= Rasio refluks minimum
S	= Working stress, atm

S	= Plate teoritis pada aktual refluks
Sm	= Stage teoritis termasuk reboiler
U _v	= Vapour velocity, m/det
ρ_g	= Densitas gas, kg/m ³ gp
ρ_l	= Densitas liquid, kg/m ³ lp

13. KNOCK OUT DRUM

A	= Vessel Area Minimum, m ²
C	= Corrosion maksimum, in
D	= Diameter vessel minimum, m
E	= Welding joint efficiency
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

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	Hal
LAMPIRAN I PERHITUNGAN NERACA MASSA	98
LAMPIRAN II PERHITUNGAN NERACA PANAS	134
LAMPIRAN III PERHITUNGAN SPESIFIKASI ALAT	179
3.1 Heater-01 (H-01)	179
3.2 Condensor-01 (CD-01)	186
3.3 Condensor-02 (CD-02)	194
3.4 Reaktor-01 (R-01)	195
3.5 Filter Press-01 (FP-01)	212
3.6 Partial Condenser-01 (PC-01)	216
3.7 Cooler-01 (C-01)	223
3.8 Cooler-02 (C-02)	230
3.9 Cooler-03 (C-03)	238
3.10 Vaporizer-01 (VP-01)	239
3.11 Kolom Destilasi (KD-01)	250
3.12 Reboiler-01 (RB-01)	276
3.13 Accumulator-01 (ACC-01)	284
3.14 Pompa-01 (P-01)	288
3.15 Pompa-02 (P-02)	301
3.16 Pompa-03 (P-03)	302
3.17 Pompa-04 (P-04)	303
3.18 Pompa-05 (P-05)	304
3.19 Pompa-06 (P-06)	305
3.20 Pompa-07 (P-07)	306
3.21 Bucket Elevator-01 (BE-01)	307
3.22 Bucket Elevator-02 (BE-02)	310
3.23 Belt Conveyor-01 (BC-01)	313
3.24 Belt Conveyor-02 (BC-02)	317
3.25 Hopper Tank-01 (HT-01)	321

3.26 Mixing Tank (MT-01).....	327
3.27 Tangki-01 (T-01).....	334
3.28 Tangki-02 (T-02).....	337
3.29 Tangki-03 (T-03).....	340
3.30 Knock-out Drum-01 (KOD-01).....	343
3.31 Rotary Cooler-01 (RC-01).....	349
LAMPIRAN IV PERHITUNGAN EKONOMI	351
LAMPIRAN V TUGAS KHUSUS.....	362

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pendirian industri kimia digunakan sebagai indikator perkembangan ekonomi secara makro negara. Indikasi perkembangan ekonomi negara dapat dilihat juga dari perbandingan impor dan ekspor komoditas dari negara. Perbandingan impor dan ekspor menunjukkan kemampuan suatu negara dalam memenuhi kebutuhan akan sumber daya untuk negara tersebut. Indikasi lain dari perkembangan ekonomi dapat dilihat dari tinggi atau rendahnya pendapatan perkapita dan tingkat pengangguran yang tinggi. Negara Indonesia dapat dikategorikan sebagai salah satu negara berkembang dari indikasi yang telah disebutkan diatas. Indikasi tersebut dapat menjelaskan bahwa Indonesia masih butuh untuk melakukan impor bahan kimia untuk memenuhi kebutuhan produksi industri kimia. Pemenuhan kebutuhan bahan kimia dengan impor menunjukan ketidakmampuan indonesia dalam memenuhi kebutuhan bahan kimia, padahal pendirian bahan kimia bukan hanya dapat memenuhi kebutuhan bahan kimia didalam negeri tetapi dapat menaikkan pendapatan perkapita dan mengurangi pengangguran secara besar di Indonesia. Impor yang besar juga dapat mempengaruhi neraca perdagangan negara.

Pendirian industri kimia memiliki peranan penting dalam kehidupan masyarakat dikarenakan industri kimia memproduksi barang mentah maupun barang jadi untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia. Penyediaan barang dari industri kimia akan menjaga pasokan barang di pasaran akan dapat tersedia secara terus-menerus dan membuat harga barang dipasar dapat terjangkau. Pendirian industri kimia diselaraskan dengan kebutuhan bahan baku. Penyelerasan ini mendukung agar negara indonesia tidak memiliki ketergantungan akan impor sehingga membuat neraca perdagangan menjadi surplus dan ekonomi membaik. Salah satu bahan kimia yang banyak digunakan sebagai bahan pelarut untuk pembuatan polimer dalam negeri dan masih memiliki ketergantungan impor dari negara lain pada proses industri kimia adalah tetrahidrofur.

Pabrik tetrahidrofur belum pernah didirikan di Indonesia, padahal kebutuhannya tergolong besar setiap tahunnya. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik, permintaan akan kebutuhan tetrahidrofur di Indonesia cenderung mengalami

peningkatan. Melihat regresi linear pada data statistik tetrahidrofuran, pada tahun 2025 kebutuhan terhadap tetrahidrofuran adalah 121.434 ton. Kebutuhan tetrahidrofuran meskipun meningkat, tetapi dikarenakan tidak adanya pabrik di Indonesia sehingga untuk memenuhi kebutuhan tetrahidrofuran Indonesia harus melakukan impor. Kondisi yang seperti ini sudah selangkah di negara Indonesia didirikan pabrik pembuatan tetrahidrofuran dalam skala yang cukup besar, sehingga dapat memenuhi kebutuhan tetrahidrofuran di dalam negeri dan bahkan di luar negeri. Pendirian pabrik tetrahidrofuran juga dapat membantu menaikkan pendapatan perkapita dan mengurangi jumlah pengangguran.

1.2. Sejarah dan Perkembangan

Tetrahidrofuran (THF, oxolane) memiliki rumus molekul C_4H_8O dengan berat molekul 72,11 g/mol. Wujud tetrahydrofuran pada kondisi atmosfer berbentuk cairan. Tetrahydrofuran adalah pelarut serbaguna yang digunakan dalam sintesis organik laboratorium dan produk industri seperti pernis kayu. Pelarut tersebut tidak berwarna dan larut dalam air, memiliki titik didih berkisar 66 °C. Tetrahydrofuran merupakan senyawa yang mudah terbakar tetapi relatif tidak beracun. Tetrahydrofuran jika tersimpan di udara, dapat membentuk senyawa peroksida yang mudah meledak, tetapi dapat dicegah dengan menambahkan inhibitor seperti butylated hydroxytoluene (BHT).

Pada tahun 1956, W.W. Gilbert dan B. W. Howk di Du Pont mematenkan hidrogenasi katalitik anhidrida maleat untuk menghasilkan THF. Du Pont kemudian mematenkan proses untuk menghidrogenasi furan menjadi THF. Perkembangan teknologi proses pembuatan THF adalah melakukan proses dehidrasi 1,4-butanadiol yang dikatalisis oleh asam. Lebih dari dua lusin paten AS dalam proses ini dikeluarkan antara tahun 1975 dan 2007 (acs.org, 2020).

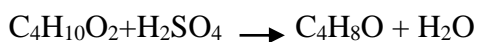
1.3 Proses Pembuatan

Pembuatan tetrahidrofuran memiliki beberapa metode pembuatan, beberapa metode ini dibedakan oleh kondisi operasi, jenis reaktor, dan katalis yang digunakan. Metode ini memiliki kelebihan dan kekurangan masing, hal ini dikarenakan metode ini diciptakan seiring dengan perkembangan teknologi. Metode tersebut antara lain:

- 1) Reppe proses

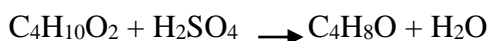
- 2) Reaksi fase cair
- 3) Reaksi fase gas
- 4) Proses dehidrasi
- 5) Proses siklodehidrasi

1.3.1. Reppe Process



Proses Reppe ini menggunakan berbagai macam asam sebagai katalis. Operasi pada proses memiliki tekanan 98 atm yang membutuhkan katalis berupa asam kuat seperti asam sulfat. Namun penggunaan asam tersebut tidak menguntungkan karena sifatnya yang sangat korosif terhadap logam-logam yang paling sering digunakan untuk peralatan pengolahan kimia. Temperatur proses reppe menggunakan rentang 160-250°C, dimana temperatur katalis resin terurai dengan cepat sehingga tidak praktis untuk penggunaan komersial. (Kanetaka dkk, 1970).

1.3.2. Reaksi Fase Cair

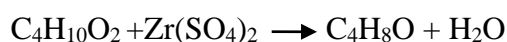


Proses reaksi fase cair ini berbahan baku 1,4-butanediol direaksikan pada fase cair dengan tekanan 1 atm, pada suhu 200°C. Proses ini menggunakan katalis asam sulfat (H_2SO_4) yang merupakan komponen reaktif dan korosif, sehingga ketahanan alat terhadap korosi harus diperhatikan. (US Patent, 1997).

1.3.3. Reaksi Fase Gas

Proses reaksi fase gas ini, 1,4-butanediol akan direaksikan didalam reaktor fixed bed multitube pada fase gas dengan tekanan 1 atm, pada suhu 250°C. Proses ini menggunakan katalis Aluminium Oxide (Al_2O_3) yang bersifat tidak korosif dan memiliki umur yang panjang. (US Patent, 1997).

1.3.4. Proses Dehidrasi



Pada proses ini tetrahydrofuran diperoleh dengan dehidrasi 1,4-butanediol atau hidrogenasi furan. Proses ini dapat dilakukan dalam fase cair maupun fase gas dengan suhu 150-300°C. Proses ini menggunakan katalis Zirconium Sulfat $\text{Zr}(\text{SO}_4)_2$. Proses ini memiliki kekurangan karena katalis memiliki sifat asam yang dapat mengakibatkan korosi pada reaktor. (US Patent, 2008).

1.3.5. Proses Siklodehidrasi

Proses reaksi dilakukan di dalam fase cair, bahan baku pada proses ini adalah 1,4-butanediol dalam fase cair. Bahan baku akan langsung dipompakan kedalam reaktor. Bahan baku 1,4-butanediol kemudian akan dipanaskan menggunakan *heat exchanger* hingga 110 °C, sedangkan pada saat yang bersamaan, katalis berupa asam indion akan dicampurkan dengan air sehingga berbentuk slurry dan kemudian dimasukan ke dalam reaktor. Reaksi berlangsung secara batch didalam *stirred tank reactor* dengan kondisi operasi temperatur 110 °C dan tekanan 1 atm, produk tetrahydrofuran yang dihasilkan memiliki fase uap bersama dengan uap air (US Patent, 2016).

1.4. Deskripsi dan Kegunaannya

Tetrahydrofuran atau dikenal sebagai THF adalah senyawa organik dengan bentuk heterosiklik yang memiliki rumus C_4H_8O . Tetrahydrofuran merupakan struktur yang memiliki cincin dengan awalan ‘hetero-‘ menunjukkan bahwa setidaknya ada satu atom dalam cincin yang bukan merupakan karbon (dalam hal ini adalah oksigen). Furan dari tetrahydrofuran menunjukkan bahwa senyawa THF merupakan turunan dari senyawa furan, bedanya hanya tetrahydrofuran memiliki 4 ikatan hidrogen sebagai pengganti ikatan rangkap. THF adalah cairan berviskositas rendah dan memiliki aroma yang khas seperti dietil eter. Dengan pH 7-8, senyawa THF termasuk ke dalam molekul eter yang paling polar, *tetrahydrofuran* sering kali digunakan sebagai pelarut dalam pembuatan atau reaksi polimer. Contoh penggunaannya adalah digunakan sebagai pelarut karet sebelum dilakukan penentuan massa molekul karet dengan menggunakan kromatografi permeasi gel. Tetrahydrofuran juga dipolimerisasi menjadi politetrametilena eter (PTMEG). PTMEG adalah bahan kimia yang digunakan untuk membuat spandex. *Tetrahydrofuran* juga digunakan sebagai pelarut dalam proses pembuatan polivinil klorida (PVC). Selain itu, THF juga dapat digunakan sebagai zat kimia pelarut, penghambat korosi dan pelapis (Barnes, K, 2019)

Indonesia sendiri sampai sekarang masih mengimpor tetrahydrofuran untuk digunakan sebagai bahan pelarut skala laboratorium maupun skala pabrik. Beberapa perusahaan yang mengimpor tetrahydrofuran menurut Direktori Importir Indonesia 2017, antara lain: PT Dynea Indria, PT Merck Chemicals and Life Sciences, PT. Dovechemcentral Indonesia, PT. Sojitz Indonesia, PT. Dipa Puspa Labsains, Pt, Bridgestone Sumatra Rubber Estate, PT. Karunia Jasindo, PT. Murni Dharma Karya, PT. Laborindo Sarana, dan PT. Aik Moh Chemicals Indonesia.

1.5. Sifat Fisika dan Kimia

1) Tetrahydrofuran

Rumus Molekul	: C_4H_8O
Berat Molekul	: 72,11 g/mol
Kemurnian	: 99 %
Kenampakan	: Cairan tak berwarna
Densitas	: 0,8892 g/cm ³ @ 20 °C, cair
Titik lebur	: 164,7 °K
Titik didih	: 338 °K
Temperatur kritis	: 540 °K
Tekanan uap	: 19,3 kPa (@ 20 °C)
Kelarutan dalam air	: 30%
Viskositas	: 0,48 cP pada 25 °C
Harga	: US\$ 2800/ton

2) 1,4-Butanediol

Rumus Molekul	: $C_4H_{10}O_2$
Berat Molekul	: 90.12 g/mol
Kemurnian	: 99 %
Densitas	: 1.0171 g/cm ³ (20 °C)
Titik lebur	: 293.1 °K
Titik didih	: 503 °K
Tekanan uap	: 0 kPa (@ 20°C)
Warna	: Tak berwarna
Kelarutan dalam air	: Larut
Harga	: US\$ 1150/ton

3) Air

Wujud	: Liquid
Rumus Molekul	: H_2O
Berat Molekul	: 18 kg/kmol
Titik Didih, °C	: 100
Densitas	: 1
Titik Beku, °C	: 0
Spesifik Gravity	: 1
Temperatur Kritis	: 374, 3 °C
Tekanan Kritis	: 79,9 atm

DAFTAR PUSTAKA

- _____.2005. *Methane Gas – Specific Heat*. (Online).
https://www.engineeringtoolbox.com/methane-d_980.html. (diakses pada tanggal 31 Agustus 2020)
- _____. 2013. *ASME Boiler & Pressure Vessel Code VIII: Rules for Construction of Pressure Vessels*. New York: The American Society of Mechanical Engineers.
- _____.2020 a. *Peta Jakarta*. (Online). <https://maps.google.com/maps/ms?msa=0&hl=en&ie=UTF8&ll=6.323531,106.842041&spn=0.00964,0.01929&t=h&z=16&msid=107257033936884309798.0004351c9b469a07ae50c>. (Diakses pada tanggal 09 Mei 2020).
- _____.2020 b. *Material safety data sheet 1,4-Butanediol*. (Online).
https://www.cdhfinechemical.com/images/product/msds/37_2092123205_1,4-Butanediol-CASNO-110-63-4-MSDS.pdf. (Diakses pada tanggal 09 Mei 2020).
- _____.2020 c. *Material safety data sheet Tetrahydrofuran*. (Online).
https://www.cdhfinechemical.com/images/product/msds/123_86293100_Tetrahydrofuran-CASNO-109-99-9-MSDS.pdf. (Diakses pada tanggal 09 Mei 2020).
- _____. 2020 d. *Tetrahydrofuran*. Sigmaaldrich: Singapura
- _____.2020 e. *Molecule of the Week Archive Tetrahydrofuran*. (Online).
<https://www.acs.org/content/acs/en/molecule-of-the-week/archive/t/tetrahydrofuran.html/>. (Diakses pada tanggal 09 Mei 2020).
- _____.2020 f. *Kurs Transaksi Bank Indonesia*. (Online).
<https://www.bi.go.id/id/moneter/informasi-kurs/transaksi-bi/default.aspx>. (Diakses pada tanggal 08 Mei 2020).
- _____.2020 g. *Cost Information Equipment*. (Online):
<http://matche.com/EquipCost.htm> (Diakses pada tanggal 04 dan 05 Agustus 2020)

- Anonuevo, E. M. C. 2013. Design of Plate and Frame Filter Press. (Online). <https://www.scribd.com/document/168651188/Design-of-Plate-and-Frame-Filter-Press>. (Diakses pada Tanggal 22 Mei 2020).
- Badan Pusat Statistik, Departemen Perindustrian dan Perdagangan RI. 2020. *Data Impor Bahan Industri Kimia: Tetrahydrofuran Tahun 2009-2019*. (Online). <http://www.bps.go.id/>. (Diakses pada tanggal 10 Januari 2020).
- Departemen Perindustrian dan Perdagangan RI. 2019. *Direktori Importir Indonesia 2019*. Jakarta:Badan Pusat Statistik
- . 2020. *Kurs Transaksi Bank Indonesia*. (Online). <https://www.bi.go.id/id/moneter/informasi-kurs/transaksi-bi/default.aspx>. (Diakses pada tanggal 08 Mei 2020).
- Barnes, K., 2019. *What is THF (tetrahydrofuran)?-structure, uses & hazards*. (Online). <https://study.com/academy/lesson/what-is-thf-tetrahydrofuran-structure-uses-hazards.html/>. (Diakses pada tanggal 31 Agustus 2020)
- Couper, J. R., Penney, W. R., James, dan Walas, S. M. 2010. *Chemical Process Equipment Selection and Design Edisi 2*. New York: Butterworth-Heinemann.
- Ditjen Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum. 1996. *Kriteria Perencanaan Pengolahan Air*. Jakarta Selatan:Ditjen Cipta Karya
- Engineering Toolbox. 2005. *Methane Gas – Specific Heat*. (Online). https://www.engineeringtoolbox.com/methane-d_980.html. (diakses pada tanggal 31 Agustus 2020)
- Fogler, H. S. 2001. *Elements of Chemical Reaction Engineering 3th edition*. New Jersey: Prentice Hall PTR.
- Green, D. W. dan Southard. 2019. *Perry's Chemical Engineerings' Handbook, Edisi ke-9*. USA: McGraw-Hill Education
- Ginting, R., dkk. 2013. *Kodifikasi Peraturan Bank Indonesia: Aset Kredit Likuiditas Bank Indonesia*. Jakarta: Pusat Riset dan Edukasi Bank Sentral Bank Indonesia.

- Ismail, S. 1996. *Alat Industri Kimia*, Cetakan Ketiga. Palembang: Penerbit Unsri. ISBN 979-587-168-4.
- Kanetaka, J., Asano, T., & Masamune, S. 1970. New Process for Production of Tetrahydrofuran. *Industrial Engineering Chemistry*. 62. 24-32
- Kern, D. Q. 1965. *Process Heat Transfer*. Auckland: McGraw - Hill International Edition.
- Lee, K. U. dan Baek, Y. H., 2008. *Production of tetrahydrofuran from 1,4-butanediol*. US Patent No. 2008/7465816B2.
- Levenspiel, O. 1999. *Chemical Reaction Engineering 3rd Edition*. Oregon: John Wiley and Sons.
- Ludwig, E. E., 1997. *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants, Volume 2, Third Edition*. Houston: Gulf Publishing Company
- Matches Engineering. 2020. *Cost Information Equipment*. (Online): <http://matche.com/EquipCost.htm> (Diakses pada tanggal 04 dan 05 Agustus 2020)
- McCabe, W. L., Smith, J. C., & Harriott, P. 1993. *Unit Operation of Chemical Engineering 5th Edition*. New York: McGraw-Hill.
- Perry, R. H., Green, D. W. dan Maloney, J. O. 1999. *Perry's Chemical Engineerings' Handbook*, Edisi ke-9. USA: McGraw-Hill Education.
- Peter, M. S. and Timmerhaus, K. D. 1991. *Plant Design and Economic for Chemical Engineering, 4th Edition*. New York : Mc Graw Hill International Book Co.
- Rushton, A. 1982. *The Selection and Use of Liquid/Solid Separation Equipment*. England: Institute of Chemical Engineers.
- Ryo Y., Seiji N., dan Hisashi N. 2016 *Method for Producing Tetrahydrofuran*. US Patent No. 2016/9284289 B2.
- Shinde, V. M., dkk. 2015. Production of tetrahydrofuran by dehydration of 1,4-butanediol using Amberlyst-15: Batch kinetics and batch reactive distillation. *Chemical Engineering and Processing*. 95: 241-248

- Sinnot, R. dan Towler, G. 2005. *Coulson and Richardson's Chemical Engineering Series: Chemical Engineering Design*, Edisi ke-6. USA: Butterworth-Heinemann.
- Smith, J. M., dkk., 2018. *Introducing to Chemical Engineering Thermodynamics*, Edisi ke-8. New York. McGraw-hill Education
- Sugiyama, 1997. *Fixed Bed Multitube Reactor*. US Patent No. 1997/0049769.
- Treybal, R. E. 2005. *Mass Transfer Operations*, 3rd Edition. Rhode Island: McGraw -Hill Book Co.
- Vaidya, S. H., Bhandari, V. M., dan Chaudhari, R. V. 2002. Reaction kinetics studies on catalytic dehydration of 1,4-butanediol using cation exchange resin. *Applied Catalysis A: General*. 242: 321-328.
- Vataruk, W. M., Hall, R. S., dan Matley, J. 2002. Updating the CE Plant Cost Index. *Chemical Engineering* www.che.com. Hal: 62-70.
- Verma, S. dan Klima, Mark S. 2010 Evaluation Of A Pilot-Scale, Plate-And-Frame Filter Press For Dewatering Thickener Underflow Slurries From Bituminous Coal-Cleaning Plants. *International Journal of Coal Preparation and Utilization*. 30:1-19.
- Walas, S. M. 1988. *Chemical Process Equipment Selection and Design*. USA: Butterworth Publishers.
- Walas, S. M. 1990. *Chemical Process Equipment Selection and Design*. New York: Butterworth-Heinemann.
- William H. Banford, Lewiston, N. Y., Myron M. Mames, 1997. *Production of Tetrahydrofuran*. US Patent Office No. 1997/604,086.
- Yaws, C. L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. New York: McGraw-Hill
- Yaws, C. L. 2015. *The Yaws Handbook of Vapor Pressure*, 2nd Edition. New York: Elsevier.