

**PRA RANCANGAN PABRIK  
PEMBUATAN T-BUTANOL DARI ISOBUTENA DENGAN  
KAPASITAS PRODUKSI 70.000 TON/TAHUN**



**SKRIPSI**

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

**Oleh**

**Ihsanata Hamda Hukama**

**NIM 03031181419012**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2018**

# HALAMAN PENGESAHAN

PRA RANCANGAN PABRIK  
PEMBUATAN T-BUTANOL DARI ISOBUTENA DENGAN KAPASITAS  
PRODUKSI 70.000 TON/TAHUN

## SKRIPSI

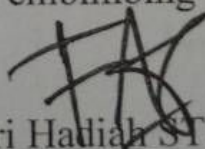
Diduplikasi untuk melengkapi salah satu syarat  
*memperoleh gelar Sarjana*

Oleh:

Ihsanata Hamda Hukama  
03031181419012

Indralaya, Mei 2018

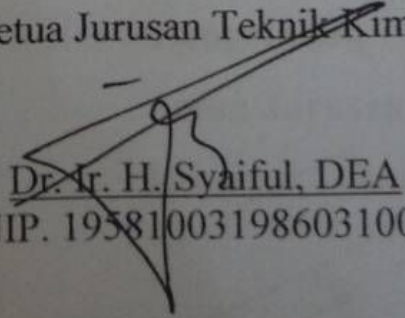
Pembimbing



Dr. Fitri Hadiah ST, MT.  
NIP. 197808222002122001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. Ir. H. Syaiful, DEA

NIP. 195810031986031003

**LEMBAR PERBAIKAN**

Nama/Nim : 1. Ihsanata Hamda Hukama (03031181419012)

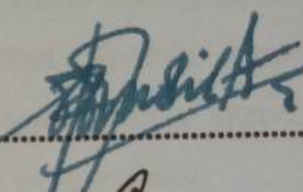
Judul:

**“PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN T-BUTANOL DARI  
ISOBUTENA DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 70.000 TON/TAHUN”**

Mahasiswa tersebut telah menyelesaikan tugas perbaikan yang diberikan pada Sidang Tugas Akhir Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 16 Mei 2018 oleh Dosen Penguji:


Ir. Tamzil Aziz, MPL.  
NIP. 195411231984031001

(.....)



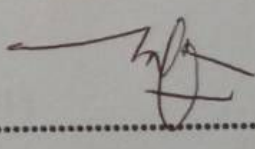
Ir. Hj. Rosdiana Moeksin, M.T.:  
NIP. 195608311984032002

(.....)



Dr. Ir. H. M. Faizal, DEA  
NIP. 195805141984031001

(.....)

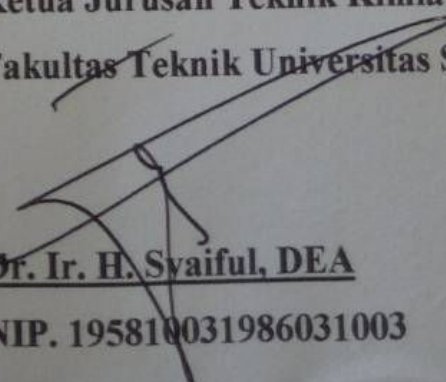


Palembang, Mei 2018

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya,

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



**PERNYATAAN KEBENARAN DATA DAN  
KEASLIAN DOKUMEN**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ihsanata Hamda Hukama

NIM : 03031181419012

Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa seluruh data dan dokumen yang disertakan sebagai persyaratan mengikuti sidang Tugas Akhir pada Jurusan Teknik Kimia FT UNSRI adalah benar dan sesuai dengan dokumen aslinya. 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.



Indralaya, Mei 2018



Ihsanata Hamda Hukama

NIM. 0303118149012

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa sehingga penyusunan laporan tugas akhir yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik Pembuatan T-butanol dari Isobutena dengan Kapasitas 70.000Ton/Tahun” dapat diselesaikan.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk mengikuti ujian sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, ucapan terima kasih diberikan kepada

1. Bapak Dr. Ir. H. Syaiful, DEA selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik.
2. Ibu Dr. Leily Nurul Komariah, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik.
3. Ibu Dr. Fitri Hadiyah, M.T selaku Dosen pembimbing Tugas Akhir.
4. Kedua Orang Tua dan Keluarga atas semua dukungannya.

Akhir kata semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Inderalaya, Mei 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR NOTASI.....</b>	<b>viii</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1.Latar Belakang .....	1
1.2.Sejarah dan Perkembangan .....	1
1.3.Macam-Macam Proses Pembuatan T-Butanol.....	2
1.4.Sifat-Sifat Fisika dan Kimia.....	3
<b>BAB II PERENCANAAN PABRIK.....</b>	<b>5</b>
2.1.Alasan Pendirian Pabrik.....	5
2.2.Pemilihan Kapasitas Produksi.....	6
2.3.Pemilihan Bahan Baku.....	7
2.4.Pemilihan Proses .....	7
2.5.Uraian Proses .....	7
<b>BAB III LOKASI DAN LETAK PERALATAN PABRIK .....</b>	<b>11</b>
3.1.Lokasi Pabrik .....	11
3.2.Tata Letak Pabrik.....	13
3.3.Luas Area .....	15

<b>BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS .....</b>	<b>17</b>
4.1. Neraca Massa .....	17
4.2. Neraca Panas .....	21
<b>BAB V UTILITAS.....</b>	<b>25</b>
5.1. Unit Pengadaan <i>Steam</i> .....	25
5.2. Unit Pengadaan Air .....	26
5.3. Unit Pengadaan Listrik.....	30
5.4. Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	31
<b>BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN.....</b>	<b>34</b>
<b>BAB VII ORGANISASI PERUSAHAAN.....</b>	<b>50</b>
7.1. Bentuk Organisasi Perusahaan .....	50
7.2. Struktur Organisasi.....	51
7.3. Tugas dan Wewenang .....	51
7.4. Kepegawaian .....	55
7.5. Sistem Kerja .....	55
7.6. Penentuan Jumlah Karyawan .....	56
<b>BAB VIII ANALISA EKONOMI .....</b>	<b>61</b>
8.1. Keuntungan ( <i>Profit</i> ) .....	61
8.2. Lama Pengembalian Modal ( <i>Time of Return Investment</i> ).....	63
8.3. Total Modal Akhir ( <i>Total Final Capital</i> ) .....	65
8.4. Laju Pengembalian Modal ( <i>Rate of Return Capital</i> ).....	67
8.5. Titik Impas ( <i>Break Even Point, BEP</i> ) .....	69
<b>BAB IX KESIMPULAN .....</b>	<b>72</b>
<b>BAB X TUGAS KHUSUS.....</b>	<b>73</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>113</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>117</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kebutuhan T-Butanol di Indonesia .....	6
Tabel 5.1. Total Kebutuhan Air Industri .....	31
Tabel 7.1. Pembagian jam kerja pekerja shift .....	56
Tabel 7.2. Perincian Jumlah Karyawan.....	58
Tabel 8.1. Angsuran Pengembalian Modal TCI .....	63
Tabel 8.2. Angsuran <i>Discounted Cash Flow Rate of Return</i> .....	67
Tabel 8.3. Kesimpulan Analisa Ekonomi .....	70
Tabel 10.1. Kualitas Air Umpan Boiler .....	77
Tabel 10.2. Konsentrasi Air Boiler Maksimum yang Direkomendasikan Gabungan Produsen Boiler Amerika .....	78
Tabel 10.3. Jumlah Udara Berlebih untuk Berbagai Bahan Bakar .....	88
Tabel 10.4. Data Pembakaran Teoritis Bahan Bakar Boiler Biasa .....	89
Tabel L.4.1 Indeks Harga Tahun 2006 – 2017.....	341
Tabel L.4.2. Daftar Harga Peralatan Tahun 2022 .....	342
Tabel L.4.3. Daftar Gaji Karyawan Per Bulan.....	345



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. <i>Flowsheet</i> Pra Rancangan Pabrik Pembuatan T-Butanol.....	10
Gambar 3.1. Peta Lokasi Pabrik.....	14
Gambar 3.2. <i>Layout Pabrik Pembuatan T-Butanol</i> .....	15
Gambar 3.3. Tata Letak Peralatan.....	16
Gambar 7.1. Struktur Organisasi Perusahaan .....	60
Gambar 8.1. Grafik <i>Break Even Point</i> .....	70
Gambar 10.1. <i>Fire Tube Boiler</i> .....	74
Gambar 10.2. <i>Water Tube Boiler</i> .....	75
Gambar 10.3. <i>Fluidized Bed Boiler</i> .....	75
Gambar 10.4. <i>Waste Heat Boiler</i> .....	77
Gambar 10.5. Diagram Neraca Alir Boiler .....	79
Gambar 10.6. Diagram Neraca Energi Boiler.....	80
Gambar 10.7. Skema Pemanfaatan Kembali Panas dari <i>Blowdown Boiler</i> .....	86

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I. Perhitungan Neraca Massa .....	117
Lampiran II. Perhitungan Neraca Energi .....	144
Lampiran III. Perhitungan Spesifikasi Peralatan .....	182
Lampiran IV. Perhitungan Ekonomi .....	344

## DAFTAR NOTASI

### 1. Tanki

$C$	: 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, Bar
$S$	: Allowable stress, psi
$t$	: Tebal dinding tanki, m
$Vh$	: Volume head, m <sup>3</sup>
$Vs$	: Volume silinder, m <sup>3</sup>
$Vt$	: Kapasitas tanki, m <sup>3</sup>
$W$	: Laju alir massa, kg/jam
$\rho$	: Densitas, kg/m <sup>3</sup>

### 2. Decanter

$Wc$	: Laju alir massa fase <i>continue</i> , kg/jam
$Wd$	: Laju alir massa fase <i>disperse</i> , kg/jam
$\rho_c$	: Densitas fase <i>continue</i> (Kg/m <sup>3</sup> )
$\rho_d$	: Densitas fase <i>disperse</i> (Kg/m <sup>3</sup> )
$\mu_c$	: Viskositas zat fase <i>continue</i> (cP)
$\mu_d$	: Viskositas zat fase <i>disperse</i> (cP)
$Ud$	: Kecepatan <i>settling</i> (m/s)
$D_d$	: diameter <i>droplet face</i> ( $\mu\text{m}$ )
$Lc$	: Volumetric Flowrate Continuous Phase (m <sup>3</sup> /s)
$a_i$	: Luas Interfase (m <sup>2</sup> )
$D$	: Diameter Decanter (m)
$D_p$	: Diameter Pipa (m)

- $H$  : Tinggi decanter (m)  
 $I$  : Dispersi Band (m)  
 $t_r$  : Waktu tinggal (Jam)  
 $A_p$  : Luas area ( $m^2$ )  
 $Z_t$  : *light liquid take off* (m)  
 $Z_n$  : *heavy liquid take off* (m)  
 $Z_{a2}$  : Tinggi *interface* (m)  
 $t$  : Tebal dinding decanter ( m)

### 3. *Accumulator*

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

### 4. *Heat Exchanger (Heater, Cooler, Condensor, Vaporizer, Reboiler)*

- $A$  : Area perpindahan panas,  $ft^2$   
 $a_o, a_p$  : 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  
 $C''$  : *Clearence antar tube*, in  
 $C_p$  : *Spesific heat*, Btu/lb $^{\circ}$ F  
 $D$  : Diameter dalam tube, in

$D_e$  : Diameter ekuivalen, in  
 $D_s$  : Diameter shell, in  
 $f$  : Faktor friksi,  $\text{ft}^2/\text{in}^2$   
 $G_b, G_s$  : Laju alir pada tube, shell,  $\text{lb}/\text{h}.\text{ft}^2$   
 $g$  : Percepatan gravitasi  
 $h$  : Koefisien perpindahan panas,  $\text{Btu}/\text{hr}.\text{ft}^2.^\circ\text{F}$   
 $h_i, h_o$  : Koefisien perpindahan panas fluida bagian dalam, bagian luar tube  
 $j_H$  : Faktor perpindahan panas  
 $k$  : Konduktivitas termal,  $\text{Btu}/\text{hr}.\text{ft}^2.^\circ\text{F}$   
 $L$  : Panjang tube pipa, ft  
 $LMTD$  : *Logaritmic Mean Temperature Difference*,  $^\circ\text{F}$   
 $N$  : Jumlah baffle  
 $N_t$  : Jumlah tube  
 $P_T$  : *Tube pitch*, in  
 $\Delta P_T$  : *Return drop shell*, psi  
 $\Delta P_S$  : Penurunan tekanan pada shell, psi  
 $\Delta P_t$  : Penurunan tekanan pada tube, psi  
 $ID$  : *Inside diameter*, ft  
 $OD$  : *Outside diameter*, ft  
 $Q$  : Beban panas heat exchanger,  $\text{Btu}/\text{hr}$   
 $R_d$  : *Dirt factor*,  $\text{hr}.\text{ft}^2.^\circ\text{F}/\text{Btu}$   
 $Re$  : 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,  $^\circ\text{F}$   
 $\Delta t$  : Beda temperatur yang sebenarnya,  $^\circ\text{F}$   
 $U$  : Koefisien perpindahan panas

$U_C, U_D$  : Clean overall coefficient, Design overall coefficient, Btu.hr.ft<sup>2</sup>.°F  
 $V$  : Kecepatan alir, ft/s  
 $W$  : Kecepatan alir massa fluida panas, lb/hr  
 $w$  : Kecepatan alir massa fluida dingin, lb/hr  
 $\mu$  : Viskositas, Cp

## 5. Kolom Destilasi

$\alpha$  : *Relatif volatilitas*  
 $N_m$  : *Stage minimum*  
 $L/D$  : *Refluks*  
 $N$  : *Stage/tray*  
 $m$  : *Rectifying section*  
 $p$  : *Stripping section*  
 $F_{LV}$  : *Liquid-vapor flow factor*  
 $U_f$  : Kecepatan flooding, m/s  
 $U_v$  : *Volumetric flowrate, m<sup>3</sup>/s*  
 $A_n$  : *Net area, m<sup>2</sup>*  
 $A_c$  : *Cross section / luas area kolom, m<sup>2</sup>*  
 $D_c$  : *Diameter kolom, m*  
 $A_d$  : *Downcomer area, m<sup>2</sup>*  
 $A_a$  : *Active area, m<sup>2</sup>*  
 $l_w$  : *Weir length, m*  
 $A_h$  : *Hole area, m<sup>2</sup>*  
 $h_w$  : *Weir height, mm*  
 $dh$  : *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*

$ht$	: Total pressure drop, mm liquid
$hap$	: Downcomer pressure loss, mm
$Aap$	: Area under apron, m <sup>2</sup>
$Hdc$	: Head loss in the downcomer, mm
$hb$	: Backup di downcomer, m
$tr$	: Check resident time, s
$\theta$	: Sudut sub intended antara pinggir <i>plate</i> dengan <i>unperforated strip</i>
$Lm$	: Mean length, unperforated edge strips, m
$Aup$	: Area of unperforated edge strip, m <sup>2</sup>
$Lcz$	: Mean length of calming zone, m
$Acz$	: Area of calming zone, m <sup>2</sup>
$Ap$	: Total area perforated, $A_p$
$Aoh$	: Area untuk 1 hole, m <sup>2</sup>
$t$	: Tebal dinding, cm
$r$	: Jari-jari tanki, m
$S$	: Tekanan kerja yang diijinkan, Bar
$C_c$	: Korosi yang diijinkan, m
$E_j$	: Efisiensi pengelasan
$OD$	: Diameter luar, m
$ID$	: Diameter dalam, m
$E_{mV}$	: Efisiensi tray, %
$\rho$	: Densitas, kg/m <sup>3</sup>
$\mu$	: Viskositas, N.s/m <sup>2</sup>
$FA$	: Fractional Area
$He$	: Tinggi tutup elipsoidal, m
$Ht$	: Tinggi tanki, m
$M_{cat}$	: Massa katalis

## 6. Pompa

- $A$  : Area alir pipa, in<sup>2</sup>
- $BHP$  : *Brake Horse Power*, HP
- $D_{opt}$  : Diameter optimum pipa, in
- $f$  : Faktor friksi
- $g$  : Percepatan gravitasi, ft/s<sup>2</sup>
- $g_c$  : Konstanta percepatan gravitasi, ft/s<sup>2</sup>
- $H_f$  : 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
- $mf, ms$  : 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<sup>3</sup>/s
- $Re$  : *Reynold Number, dimensionless*
- $V_s$  : *Suction velocity*, ft/s
- $V_d$  : *Discharge velocity*, ft/s
- $\Delta P$  : *Differential pressure*, psi
- $\varepsilon$  : *Equivalent roughness*, ft
- $\eta$  : Efisiensi pompa
- $\mu$  : Viskositas, kg/m.hr
- $\rho$  : Densitas, kg/m<sup>3</sup>



## 7. Reaktor

- $BM_{av}$  : BM rata – rata, kg/kmol  
 $g$  : Percepatan Gravitasi,  $m/s^2$   
 $H_S$  : Tinggi Head Reaktor, m  
 $H_R$  : Tinggi reaktor total, m  
 $k$  : Konstanta reaksi ,  $m^3/kmol.s, s^{-1}$   
 $M_{fr}$  : Laju alir massa, kg/jam  
 $Q_f$  : Volumetric Flowrate Umpan,  $m^3/h$   
 $t$  : Tebal dinding reaktor, m  
 $V_f$  : Total free volume,  $m^3$   
 $V_{HR}$  : Volume head reaktor, m  
 $V_R$  : Volume Total Reaktor, m  
 $V_s$  : Volume Shell,  $m^3$   
 $\mu$  : Viskositas Campuran, kg m/s

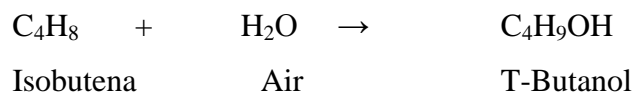
## 8. Expander

- $T_1$  : Temperatur Masuk ( $^{\circ}C$ )  
 $T_2$  : Temperatur Keluar ( $^{\circ}C$ )  
 $P_1$  : Tekanan Masuk (Bar)  
 $P_2$  : Tekanan Keluar (Bar)  
 $W$  : Laju Alir Masuk (Kg/jam)  
 $\rho$  : Densitas gas ( $kg/m^3$ )  
 $V$  : Laju alir volumetric ( $m^3/jam$ )  
 $\eta$  : Efisiensi ekspander (%)  
 $Q_k$  : Beban kompresi (Kj/Jam)  
 $P_w$  : Power expander (HP)

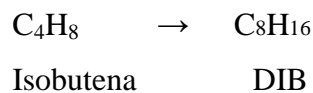
## INTISARI

Pabrik T-Butanol direncanakan berlokasi di jalan Raya Anyer Sirih, Kelurahan Gunungsugih Kecamatan Ciwandan Kota Cilegon Provinsi Banten, Indonesia. Pabrik ini meliputi area seluas 8 Ha dengan kapasitas 70.000 ton per tahun.

Proses pembuatan T-Butanol melalui proses *Hidrating and Dimerizing* yang berlangsung di Reaktor-01 (R-01) pada temperatur 150°C dan tekanan 70 bar dengan reaksi sebagai berikut :



Proses pembuatan T-Butanol menghasilkan reaksi samping berupa DIB. Reaksi yang berlangsung adalah sebagai berikut :



Pabrik T-Butanol merupakan perusahaan yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi *line and staff*. Pabrik T-Butanol dipimpin oleh seorang dewan komisaris dengan jumlah karyawan 180 orang. Berdasarkan analisa ekonomi Pabrik Pembuatan T-Butanol ini dinyatakan layak didirikan dengan analisa ekonomi sebagai berikut :

- 1) Biaya Produksi (TPC) : US \$ 72.586.369,37
- 2) Hasil Penjualan (SP) : US \$ 130.561.504,58
- 3) *Annual Cash Flow* (ACF) : US \$ 34.362.306,59
- 4) *Pay Out Time* (POT) : 1,41 Tahun
- 5) *Rate of Return Investment* (ROR) : 74,46 %
- 6) *Discounted cash flow – ROR* : 70,19 %
- 7) *Break Even Point* (BEP) : 33,23 %
- 8) *Service Life* : 10 Tahun

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Seiring perkembangan zaman, Indonesia harus memiliki industri yang mampu memenuhi kebutuhan dalam negeri maupun luar negeri. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan meningkatkan sektor industri kimia. Sektor industri kimia yang semakin meningkat menyebabkan kebutuhan bahan baku akan semakin meningkat juga. Bahan baku yang digunakan pada industri kimia sebagian besar berasal dari impor negara asing. Hal ini disebabkan karena tidak adanya bahan baku yang tersedia di dalam negeri.

Bahan baku industri kimia yang sedang mengalami peningkatan adalah T-Butanol. T-butanol yang memiliki rumus  $C_4H_9OH$  merupakan senyawa cair, tidak berwarna, mudah terbakar, dan berbau menyengat (Smith, 2013). T-butanol merupakan bahan baku yang digunakan sebagai *Co-solvent* untuk industri pembuatan cat, denaturalisasi etanol, penghilang cat (*thinner*), dan dapat berfungsi menjadi bahan bakar.

Perkembangan industri T-Butanol di Indonesia belum pesat. Pabrik yang menghasilkan butanol hanya PT Petro Oxo Nusantara yang terletak di Gresik. Pabrik ini tidak memproduksi butanol sebagai produk utama, melainkan hasil samping dari pembuatan 2-etil heksanol (Amrulloh, 2006). Kebutuhan butanol yang tinggi di dalam negeri membuat Indonesia mengimpor butanol dari luar negeri. Melihat kebutuhan butanol di Indonesia yang tinggi, maka perlu diadakan pengkajian tentang pendirian industri butanol khususnya T-butyl Alkohol di Indonesia.

### **1.2. Sejarah dan Perkembangan**

Pada tahun 1861, Pasteur mengumumkan mengenai pembentukan butanol dalam fermentasi mikroba. Pada abad 20, *amyl alcohol* dan butanol diproduksi dengan fermentasi tepung menjadi biomassa untuk produksi karet sintetik (Gabriel, 1930, dalam Anonim, 2015). Fernbach mengisolasi dan mematenkan bakteri untuk memproduksi butanol dari tepung kentang pada 1991. Pada tahun 1912, Weizmann, seorang asisten Farnbach mengisolasi galur menggunakan

tepung sebagai substrat yang menghasilkan *yiled* yang tinggi (Gabriel, 1930, dalam Anonim 2015). *Clostridium acetobutylicum* diteliti dan digunakan sebagai mikroorganisme untuk memproduksi butanol. Proses Fernbach dan Wismann telah digunakan dalam skala industri untuk memproduksi aseton dan butanol.

Selama perang dunia ke-1 (1914-1918) aseton merupakan produk utama selama proses fermentasi yang dibutuhkan sebagai bahan peledak. Pada tahun 1920, butanol dikembalikan sebagai produk utama karena memiliki sifat pelarut yang baik dalam pembuatan lak pengeringan dalam industri otomotif (Gabriel 1930 dalam Anonim, 2015). Pada saat ini, butanol digunakan sebagai pelarut pada beberapa aplikasi di industri. Perkiraan pasar dunia untuk produksi produk ini adalah 350 gallon per tahun.

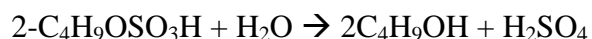
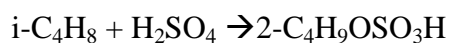
### 1.3. Macam-Macam Proses Pembuatan T-Butanol

Proses Pembuatan T-Butanol (TBA) secara umum terdiri atas dua macam Proses, yaitu (Xu, 2017) :

- 1) Absorpsi isobutena dengan Asam Sulfat
- 2) Hidrasi Isobutena Secara Langsung

#### 1.3.1. Absorpsi Isobutena dengan Asam Sulfat

T-Butanol dapat bereaksi dengan asam sulfat melalui dua langkah proses yaitu isobutena direaksikan dengan asam sulfat 80% untuk membentuk *corresponding sulfate*. *Corresponding sulfate* dihidrolisis membentuk T-Butanol. Reaksi yang terjadi adalah (Xu, 2017).

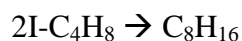


Selama proses berlangsung, asam sulfat larut sebesar 35% berat dan harus dikonsentrasikan kembali sebelum digunakan. Keuntungan proses ini adalah memiliki laju konversi yang tinggi (Xu, 2017).

#### 1.3.2. Hidrasi Isobutena Secara Langsung

Hidrasi isobutena menjadi butanol merupakan reaksi penting yang ditemukan pada beberapa industri. Butena direaksikan dalam reaktor *fixed bed* dengan suhu 150° C dengan tekanan 70 bar. Reaksi ini melibatkan katalis padat

berupa resin sebagai media reaksi polar dan nonpolar. Konversi pada reaksi ini mencapai 35%. Reaksi ini menghasilkan produk samping berupa DIB. Reaksi yang terjadi adalah (Xu, 2017)



#### 1.4. Sifat Fisika dan Kimia

Sifat-sifat fisika dan kimia yang dimiliki zat kimia dapat membedakan suatu zat dengan zat lain. Beberapa zat dapat mempunyai persamaan sifat dengan zat lain sehingga dimasukkan dalam satu golongan. Sifat fisika dan kimia zat ini akan menentukan pemanfaatan zat kimia. Sifat – sifat suatu zat dapat dibagi menjadi sifat fisika dan sifat kimia.

##### a. Isobutilena

Nama lain	: Isobutena, 2-metil propena
Rumus kimia	: $\text{C}_4\text{H}_8$
Berat molekul	: 56,107 gram/mol
Densitas (25°C)	: 0,589 gram/cm <sup>3</sup>
Titik didih	: -6,75 °C
Titik leleh	: -140,19 °C
Temperatur kritis	: 144,9 °C
Tekanan kritis	: 39,99 Bar
Kelarutan dalam air (25°C)	: 0,0263 %W

(Sumber : Yaws,1999)

##### b. Air

Nama lain	: Dihidrogen oksida
Rumus kimia	: $\text{H}_2\text{O}$
Berat molekul	: 18,015 gram/mol
Densitas (25°C)	: 1,027 gram/ cm <sup>3</sup>
Titik didih	: 100 °C
Titik leleh	: 0 °C
Temperatur kritis	: 383,98 °C
Tekanan kritis	: 220,15 Bar

(Sumber : Yaws,1999)

## c. T-Butanol

Nama lain	: 2-metil-2-propanol, T-butyl alkohol
Rumus kimia	: $C_4H_9OH$
Berat molekul	: 74,123 gram/mol
Densitas (25°C)	: 0,3234 gram/ $cm^3$
Titik didih	: 82,57 °C
Titik leleh	: 25 °C
Temperatur kritis	: 233,2 °C
Tekanan kritis	: 39,72 Bar
Kelarutan dalam air (25°C)	: 8,10 % W

(Sumber : Yaws,1999)

## d. Diisobutena

Nama lain	: 2,4,4 trimetil pentena, 1-octena
Rumus kimia	: $C_8H_{16}$
Berat molekul	: 112,215 gram/mol
Densitas (25°C)	: 0,711 gram/ $cm^3$
Titik didih	: 121,29 °C
Titik leleh	: -101,55 °C
Temperatur kritis	: 293,45 °C
Tekanan kritis	: 25,50 Bar
Kelarutan dalam air (25°C)	: 0,0024 % W

(Sumber : Yaws,1999)

## e. KAIRUI Resin Dowex D008

Nama lain	: Butylene Hydration Resin Catalyst D008
Densitas (20°C)	: 1,20-1,35 gr/ $cm^3$
Kandungan Air	: 50-56%
Wujud	: Padat ( <i>Beads</i> )
Ukuran partikel	: 0,45-1,25 mm
Luas Permukaan	: 10-20 $m^2/g$
Temperatur operasi Max	: 180°C

(Sumber : Kairui Chemical,2008)

## DAFTAR PUSTAKA

- A.K. Shaha. 1974. *Combustion Engineering and Fuel Technology*. England: Oxford & IBH Publishing Company - A.K.Shaha
- Amrulloh. 2006. *Pra-Rancangan Pabrik Pembuatan 2 Butanol dari Butena dan Asam Sulfat Kapasitas 60.000 Ton/Tahun*. Tugas Akhir. Yogyakarta: Teknik Kimia UII
- Anonim. 2015. *History of Butanol Production*. Online. <http://capitalenergy.biz/?p=5427> (Diakses pada tanggal 21 Desember 2017)
- Anonim. 2018. *Shell and Tube Boiler*. Online. <http://www.spiraxsarco.com/resources/pages/steam-engineering-tutorials/the-boiler-house/shell-boilers.aspx> (Diakses pada tanggal 01 April 2018)
- Aquatech. 2018. *Harga resin DOWEX Ion Exchanger*. online. <https://www.indotrading.com/product/ion-exchange-resin-p344442.aspx> (Diakses pada tanggal 12 Maret 2018)
- Askar. 20018. *Harga Rumah tipe 36*. <https://www.olx.co.id/iklan/samawa-house-cilegon-bonus-internet-ac-canopy-dan-pagarIDwttMN.html#339f9563c7> (Diakses pada tanggal 12 Maret 2018)
- Bowman,W.G dan W. P. Stadig. 1978. *Fixed Bed Process For The Production of T-Butanol*. Texas: Petro-Tex Chemical Corporation.
- BPS. 2017. *Kebutuhan Impor-Expors T-Butanol*. Online.<https://www.bps.go.id/>(Diakses pada tanggal 12 Oktober 2017)
- BPS. 2018. *Indeks Harga*. Online.<https://www.bps.go.id/>(Diakses pada tanggal 14 Maret 2018)
- Brouillette, D. 2018. *Boiler Efficiency*. Online. <https://www.energy.gov/energy-saver/home-heating-systems/furnaces-and-boilers>. (Diakses pada tanggal 01 April 2018)
- Dzikro, M. 2014. *Pra-Rancangan Pabrik T-Butyl Alcohol dari Isobutene dan Air Kapasitas 50.000 Ton/Tahun*. Skripsi. Lampung : Teknik Kimia UNILA [fab425ce00a120n2a152](https://doi.org/10.24127/fab425ce00a120n2a152) (Diakses pada tanggal 5 Maret 2008)

- Felder, M.R dan Ronald W,R. 2005. *Elementary Principles of Chemical Processes 3<sup>th</sup> ed.* USA: John Willey & Sons,Inc.
- Grant, D.J.W,dkk. 1984. *Non Linear Van't Hoff Solubility-Temperature Plots and Their Pharmaceutical Interpretation.* International Journal of Pharmaceutics. pp 25-38.
- Hari. 2018. *Harga Bangunan.* Online. <https://www.olx.co.id/iklan/dijual-pabrik-alumunium-di-cilegon-IDwqJOD.html#6939eb7c52>. (Diakses pada tanggal 12 Maret 2018)
- Imron. 2018. *Harga Tanah di Cilegon.* Online. <https://www.olx.co.id/iklan/tanah-dijual-kramatwatu-serang-cepat-IDwxJwn.html#999318c9d6> (Diakses pada tanggal 12 Maret 2018)
- Indiamart. 2018. *Harga Light Diesel Oil.* <https://www.indiamart.com/proddetail/light-diesel-oil-ldo-11024864648.html> (Diakses pada tanggal 12 Maret 2018)
- Ismail, S. 1999. *Alat Industri Kimia.* Unsri: Palembang
- Kairui Chemical. 2017. *Butylene Hydration Resin Catalist D008.* Online. [http://www.weiku.com/products/20956918/butylene\\_hydration\\_resin\\_catalyst\\_D008.html](http://www.weiku.com/products/20956918/butylene_hydration_resin_catalyst_D008.html) (Diakses pada tanggal 21 Oktober 2017)
- Kern, D. Q. 1965. *Process Heat Transfer.* New York : McGraw-Hill Book Co.
- Kompas. 2017. *Syarat Air Domestik.* Online, [https://www.kompasiana.com/rudywiryadi12/inilah-kriteria-air-yang-bersih-dan-caramengolahnya\\_59520](https://www.kompasiana.com/rudywiryadi12/inilah-kriteria-air-yang-bersih-dan-caramengolahnya_59520)
- Levenspiel, O. 1999. *Chemical Reaction Engineering, Third Edition.* USA:John Wiley & Sons Inc.
- Lide, D.R. 2004. *Handbook of Chemistry and Physics 84 ed.*New York : CRC Press LLC.
- Ludwig, E. E. 1997. *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants, Volume 2, Third Edition.* Houston : Gulf Publishing Co.
- Matches. 2015. *Matche's Process Equipment Cost Estimates.* (online). [www.matche.com](http://www.matche.com). (Diakses 12 Maret 2018).
- McCabe, W. L., 1993. *Unit Operations of Chemical Engineering.* New York : McGraw-Hill Book Co.



- Perry, R. H. 1999. *Perry's Chemical Engineer's Handbook, 7th Edition*. New York: McGraw- Hill Book Co
- Peters, M.S. dan K.D. Timmerhaus. 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers, Fourth Edition*. New York :Mc Graw-Hill Book Co.
- Phillips. 2018. *Spesifikasi Lampu Halogen*. Online. [https:// www. philips. co.id/ id/c-p/8727900808575/lampu-linier-halogen/spesifikasi](https://www.philips.co.id/id/c-p/8727900808575/lampu-linier-halogen/spesifikasi). (Diakses pada tanggal 5 Maret 2008)
- Phillips. 2018. *Spesifikasi Lampu LED*. Online. <https://www.philips.co.id/id/c-p/8718696715185/led-bohlam-lampu/spesifikasi>. (Diakses pada tanggal 5 Maret 2008)
- Pradesh, M. 2018. *Komposisi Light Diesel Oil*. Online. [www. optionengg.net/ ldo.htm](http://www.optionengg.net/ldo.htm) (Diakses pada tanggal 01 April 2018)
- Ridwan, 2005. *Boiler dan Pemanas Fluida Thermis*. Online. <http://ridwan.staff.gunadarma.ac.id/Downloads/folder/0.12> (Diakses pada tanggal 16 Maret 2018)
- Sigmaaldrich. 2018. *DIB Price*. Online. <https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/sial/38180?lang=en&region=US> (Diakses pada tanggal 12 Maret 2018)
- Sigmaaldrich. 2018. *Harga Isobutylene*. Online. <https://www.sigmaaldrich.com/catalog/search?term=2Methylpropene&interface=All&N=0&mode=match%20partialmax&lang=en&region=US&focus=product> (Diakses pada tanggal 12 Maret 2018)
- Sigmaaldrich. 2018. *T-Butanol Price*. Online. [https://www. sigmaaldrich.com/ catalog/product/sial/471712?lang=en&region=US](https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/sial/471712?lang=en&region=US) (Diakses pada tanggal 12 Maret 2018)
- Sinnot, R. K. 2005. *Coulson & Richardson's Chemical Engineering Design, Volume 6, Fourth Edition*. Oxford : Elsevier Butterworth- Heinemann
- Smith, J.M, H. C. Van Ness, dan M.M. Abbott. 2001. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, Sixth Edition*. New York : Mc Graw-Hill Book Co.
- Smith. 2013. *MSDS T-Butanol*. Texas: Sciencelab

- Spakovszky, Z.S.1996 *Adiabatic Flame Temperature*. Online. [http:// web. mit. edu/ 16. unified/ www/ FALL /thermodynamics/notes/node111. Html](http://web.mit.edu/16.unified/www/FALL/thermodynamics/notes/node111.html) (Diakses pada tanggal 01 April 2018)
- Treyball, R.E. 1980. *Mass Transfer Operation*. McGraw-Hill Book Co: New York
- Xu, W. 2014. *Process For The Hidraring of Mixed Butenes to Produces Mixed Alcohol*. Saudi Arabia: Saudi Arabian Oil Company.
- Xu,W. 2017. *Method and Composition For Contemporaneously Dimerizing and Hidrating a Feed Having Butene to Produce an Fuel Addictive Compostition*. Saudi Arabia: Saudi Arabian Oil Company.
- Yaws. 1999. *Chemical Properties Handbook*. New York : McGraw-Hill.