

**PRA-RANCANGAN
PABRIK PEMBUATAN DIISOPROPIL ETER
KAPASITAS 46.000 TON/TAHUN**



SKRIPSI

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mengikuti Ujian Sarjana
Pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh:

Nurhasanah Yulianti 03031181621022

Nadia Ayu Putri 03031181621028

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2020

HALAMAN PENGESAHAN

**PRA RANCANGAN
PABRIK PEMBUATAN DIISOPROPIL ETER
KAPASITAS 46.000 TON PER TAHUN**

SKRIPSI

**Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat
memperoleh gelar sarjana**

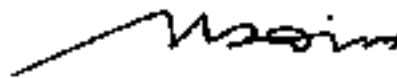
Oleh:

NURHASANAH YULIANTI 03031181621022

NADIA AYU PUTRI 03031181621028

Inderalaya, Juli 2020

Dosen Pembimbing,



Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Said, M.Sc.

NIP. 196108121987031003

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. E.H. Syarif, DEA

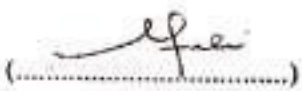


NIP. 195810031986031003

HALAMAN PERSETUJUAN

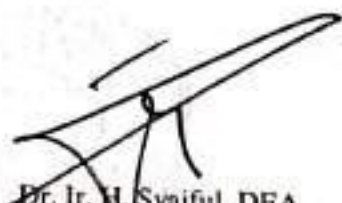
Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul "Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Disopropil Eter Kapasitas 46.000 Ton Per Tahun" telah dipertahankan Nurhasanah Yulianti dan Nadia Ayu Putri di hadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 17 Juli 2020.

Inderalaya, Juli 2020

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi

1. Ir. Hj. Farida Ali, DEA : 
NIP. 195511081984032001
2. Dr. Tuti Indah Sari, ST, MT : 
NIP. 197502012000122001
3. Asyeni Miftahul Jannah, ST, M.Si : 
NIP. 198606292008122002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia


Dr. Ir. H. Syaiful, DEA
NIP. 195811031986031003

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nurhasanah Yulianti
NIM : 03031181621022
Judul Tugas Akhir : Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Diisopropil Eter
Kapasitas 46.000 Ton Per Tahun
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama Nadia Ayu 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 tanpa ada paksaan dari siapapun.

Inderalaya, Juli 2020



Nurhasanah Yulianti

NIM. 03031181621022

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nadia Ayu Putri
NIM : 03031181621028
Judul Tugas Akhir : Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Diisopropil Eter
Kapasitas 46.000 Ton Per Tahun
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama Nurhasanah Yulianti 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 tanpa ada paksaan dari siapapun.



Inderalaya, Juli 2020



Nadia Ayu Putri

NIM. 03031181621028

ABSTRAK

PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN DIISOPROPIL ETER KAPASITAS 46.000 TON/TAHUN.

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi,

Nurhasanah Yulianti dan Nadia Ayu Putri; Dibimbing Oleh Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Said, M.Sc.

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

Ix + 427 halaman, 10 tabel, 7 gambar, 4 lampiran

ABSTRAK

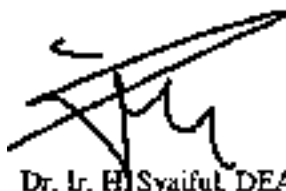
Pabrik Diisopropil Eter direncanakan berlokasi di Jalan Raya Cirebon-Indramayu Kabupaten Indramayu, Provinsi Jawa Barat. Pabrik ini meliputi area seluas 2,7 Ha dengan kapasitas 46.000 ton/tahun. Proses pembuatan Diisopropil Eter dilakukan dengan mereaksikan propilen dan air yang berlangsung di Reaktor-01 (R-01) pada temperatur 110°C dan tekanan 68.0460 atm. Diisopropil Eter kemudian dilanjutkan dengan proses pemurnian dengan didapatkan kemurnian produk sebesar 99,5%. Pabrik ini merupakan perusahaan yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi *line and staff*, yang dipimpin oleh seorang direktur utama dengan jumlah karyawan 127 orang. Berdasarkan hasil analisa ekonomi, maka Pabrik Pembuatan Diisopropil Eter ini dinyatakan layak didirikan karena telah memenuhi persyaratan parameter ekonomi sebagai berikut:

1. *Total Capital Investment* = US\$ 36.442.752,73
2. *Selling price* = US\$ 144.477.783,70
3. *Total Production Cost* = 122.313.617,59
4. *Annual Cash Flow* = US\$ 18.330.947,17
5. *Pay Out Time* = 2 tahun
6. *Rate of Return on Investment* = 42,57%
7. *Discounted Cash Flow* = 49,78%
8. *Break Even Point (BEP)* = 39,08%
9. *Service Life* = 11 tahun

Kata Kunci : Diisopropil Eter, Analisa Ekonomi, Pabrik

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. Ir. H. Syaiful, DEA

NIP. 195810031986031003

Indralaya, Juli 2020

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Tugas Akhir



Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Said, M.Sc

NIP. 196108121987031003

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir Pra-Rancangan Pabrik dengan judul “Pembuatan Diisopropil Eter dengan Kapasitas 46.000 Ton/Tahun”. Dalam penyusunan laporan ini tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak baik secara moril maupun materiil. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ayahanda dan Ibunda kami tercinta yang memberikan banyak dorongan baik material maupun spiritual.
2. Bapak Dr. Ir. H. Syaiful, DEA selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhammad Said, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing.
5. Seluruh Staff Dosen Teknik Kimia di Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
6. Rekan-rekan Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang tidak dapat kami sebutkan namanya satu-persatu.
7. Semua pihak yang telah membantu selama penyusunan laporan tugas akhir Pra-Rancangan Pabrik.

Penulis berharap tugas akhir ini dapat memberikan kontribusi positif bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Inderalaya, Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| HALAMAN PERSETUJUAN | iii |
| ABSTRAK | iv |
| HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR TABEL | ix |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR NOTASI | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xxii |
| BAB I PEMBAHASAN UMUM | |
| 1.1 Pendahuluan | 1 |
| 1.2 Sejarah dan Perkembangan | 2 |
| 1.3 Tujuan dan Manfaat Pendirian Pabrik | 3 |
| 1.4 Sifat Fisika dan Kimia | 3 |
| 1.5 Macam Proses Pembuatan | 7 |
| BAB II PERENCANAAN PABRIK | |
| 2.1 Alasan Pendirian Pabrik | 9 |
| 2.2 Pemilihan Kapasitas Produksi | 9 |
| 2.3 Pemilihan Proses | 10 |
| 2.4 Pemilihan Bahan Baku | 11 |
| 2.5 Uraian Proses | 11 |
| BAB III LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK | |
| 3.1 Lokasi Pabrik | 13 |
| 3.2 Tata Letak Pabrik | 17 |
| 3.3 Luas Area | 19 |
| BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS | |
| 4.1 Neraca Massa | 20 |
| 4.2 Neraca Panas | 23 |

BAB V UTILITAS

| | | |
|---|----------------------------------|-----------|
| 5.1 | Unit Pengadaan Steam..... | 30 |
| 5.2 | Unit Pengadaan Air | 31 |
| 5.3 | Unit Pengadaan Listrik | 37 |
| 5.3 | Unit Pengadaan Bahan Bakar | 40 |
| BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN | | 42 |
| BAB VII ORGANISASI PERUSAHAAN | | |
| 7.1 | Bentuk Perusahaan..... | 67 |
| 7.2 | Struktur Organisasi..... | 67 |
| 7.3 | Sistem Jam Kerja..... | 69 |
| 7.3 | Penentuan Jumlah Karyawan..... | 71 |
| BAB VIII ANALISA EKONOMI | | |
| 8.1 | Keuntungan..... | 76 |
| 8.2 | Lama Pengembalian Modal..... | 76 |
| 8.3 | Total Modal Akhir..... | 79 |
| 8.4 | Laju Pengembalian Modal..... | 81 |
| 8.5 | Break Even Point..... | 83 |
| BAB IX KESIMPULAN..... | | 86 |
| DAFTAR PUSTAKA | | |
| LAMPIRAN | | |

DAFTAR TABEL

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabel 1.1 | Perbedaan Proses Pembuatan Diisopropil Eter..... | 8 |
| Tabel 2.1 | Data Kebutuhan Impor Diisopropil Eter..... | 9 |
| Tabel 5.1 | Kebutuhan Steam 200°C..... | 31 |
| Tabel 5.2 | Kebutuhan Air Proses..... | 31 |
| Tabel 5.3 | Kebutuhan Air Pendingin..... | 32 |
| Tabel 5.4 | Kebutuhan Listrik Peralatan..... | 32 |
| Tabel 7.1 | Pembagian Jadwal Karyawan Shift..... | 71 |
| Tabel 7.2 | Perincian Jumlah Karyawan..... | 72 |
| Tabel 8.1 | Angsuran Pengembalian Modal..... | 78 |
| Tabel 8.2 | Kesimpulan Analisa Ekonomi..... | 84 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 2.1. | Grafik Data Impor Diisopropil Eter Indonesia | 10 |
| Gambar 3.1. | Peta Lokasi Pendirian Pabrik Diisopropil Eter | 13 |
| Gambar 3.2. | Layout Pabrik Pembuatan Diisopropil Eter..... | 18 |
| Gambar 3.3 | Tata Letak Peralatan Pabrik..... | 19 |
| Gambar 7.1 | Grafik Kebutuhan Jumlah Karyawan..... | 71 |
| Gambar 7.2 | Struktur Organisasi Perusahaan..... | 74 |
| Gambar 8.1 | Grafik Break Even Point..... | 84 |

DAFTAR NOTASI

1. ACCUMULATOR

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

2. ANION EXCHANGER

| | |
|----------------|---|
| A | : Luas permukaan resin, m ² |
| b | : <i>Depth of dish</i> , in |
| C | : Allowable corrosion, in |
| D | : Diameter anion exchanger, m |
| E | : Efisiensi pengelasan, dimensionless |
| f | : Faktor friksi, psi |
| H _s | : Tinggi <i>shell</i> , m |
| K | : Rasio tekanan |
| OA | : Tinggi <i>head</i> , in |
| OD | : Outside diameter, in |
| P | : Tekanan operasi, psi |
| P _B | : Tekanan vertikal pada dasar tanki, psi |
| P _L | : Tekanan lateral pada dinding tanki, psi |
| R | : Jari-jari tanki, ft |

t_h : Tebal *head*, in
 Z_T : Tinggi total bahan dalam tanki, ft
 ρ_B : Densitas material, lb/ft³
 μ : Koefisien friksi, cP

3. CONDENSER, COOLER, HEATER, REBOILER

A : Area perpindahan panas, ft²
 a_a, a_p : Area alir pada annulus, inner pipe, ft²
 a_s, a_t : Area alir pada shell and tube, ft²
 a'' : External surface per 1 in, ft²/in ft
 B : Baffle spacing, in
 C : Clearance antar tube, in
 C_p : Spesifik head, kJ/kg
 D : Diameter dalam tube, in
 D_e : Diameter ekuivalen, in
 D_B : Diameter bundle, in
 D_s : Diameter shell, in
 f : Faktor friksi, ft²/in²
 G_a : Laju alir massa fluida pada annulus, lb/jam.ft²
 G_p : Laju alir massa fluida pada inner pipe, lb/jam.ft²
 G_s : Laju alir massa fluida pada shell, lb/jam.ft²
 g : Percepatan gravitasi
 h : Koefisien perpindahan panas, Btu/hr.ft².°F
 h_i, h_o : Koefisien perpindahan panas fluida bagian dalam dan luar tube
 j_H : Faktor perpindahan panas
 k : Konduktivitas termal, Btu/hr.ft².°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_T | : Return drop shell, psi |
| ΔP_S | : Penurunan tekanan pada shell, psi |
| ΔP_t | : Penurunan tekanan pada tube, psi |
| ID | : Inside diameter, ft |
| OD | : Outside diameter, ft |
| Q | : Beban panas heat exchanger, Btu/hr |
| Rd | : Dirt factor, hr.ft ² .°F/Btu |
| 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 | : Koefisien perpindahan panas |
| U_c, U_D | : Clean overall coefficient, Design overall coefficient, Btu.hr.ft ² .°F |
| W | : Laju alir massa fluida panas, lb/hr |
| w | : Laju alir massa fluida dingin, lb/hr |
| μ | : Viskositas, Cp |

4. **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 |
| Ht | : 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 |

5. 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 _h | : Hole area, m ² |
| C | : Allowable corrosion, m |
| D | : Diameter tanki, m |
| d _h | : Diameter hole, mm |
| D _c | : Diameter kolom, m |
| e | : Total entrainment, kg/det |
| E | : Joint efficiency, m |
| F | : Friction factor, dimensionless |
| F _{iv} | : Parameter aliran, dimensionless |
| h _a | : Aerated liquid drop, m |
| h _f | : Froth height, mm |
| h _w | : Weir height, mm |
| h _q | : Weep point, cm |

| | |
|------------|--|
| H | : Tinggi kolom, m |
| L_w | : Weir length, m |
| L | : Laju alir massa liquid solvent, kg/det |
| N_m | : Jumlah tray minimum |
| ΔP | : Pressure drop, Psi |
| Q_p | : Aeration factor, dimensionless |
| R | : Reflux ratio, dimensionless |
| R_H | : Radius Hydraulic, m |
| R_M | : Reflux minimum |
| S_s | : Stage umpan |
| T | : Temperatur operasi, K |
| U_f | : Kecepatan aerated mass |
| V | : Laju alir massa umpan gas, kg/det |
| V_d | : Downcomer velocity, m/det |
| α | : Relative velocity, dimensionless |
| Ψ | : Fractional entrainment, dimensionless |
| ρ_g | : Densitas gas, kg/m ³ |
| ρ_l | : Densitas liquid, kg/m |

6. KOMPRESOR

| | |
|-----------|-----------------------------------|
| k | : Konstanta kompresi |
| n | : Jumlah stage |
| η | : Efisiensi kompresor |
| P | : Power, HP |
| P_{in} | : Tekanan masuk, atm |
| P_{out} | : Tekanan keluar, atm |
| T_1 | : Temperatur masuk kompresor, °C |
| T_2 | : Temperatur keluar kompresor, °C |
| Q | : Kapasitas |

R_c : Ratio kompresi, dimensionless
 W : Laju alir massa, lb/jam
 ρ : Densitas, kg/m^3

7. POMPA

A : Area alir pipa, in^2
 BHP : Brake Horse Power, HP
 D_{opt} : Diameter optimum pipa, in
 f : Faktor friksi
 g_c : Konstanta percepatan gravitasi, ft/s^2
 H_f : Total friksi, ft
 H_{fs} : Friksi pada permukaan pipa, ft.lbf/lb
 H_{fc} : Friksi karena kontraksi tiba-tiba, ft.lbf/lb
 H_{fe} : Friksi karena ekspansi tiba-tiba, ft.lbf/lb
 H_{ff} : Friksi karena fitting dan valve, ft.lbf/lb
 H_d, H_s : Head discharge, suction, ft.lbf/lb
 ID : Inside diameter, in
 OD : Outside diameter, in
 K_c, K_e : Contaction, ekspansion contraction, ft
 L : Panjang pipa, ft
 L_e : Panjang ekuivalen pipa, ft
 MHP : Motor Horse Power, HP
 NPSH : Net Positive Suction Head, ft.lbf/lb
 P_{uap} : Tekanan uap, psi
 Q_f : Laju alir volumetrik, ft^3/s
 Re : Reynold Number, dimensionless
 V_d : Discharge velocity, ft/s
 V_s : Suction velocity, ft/s
 ΔP : Differential pressure, psi

ε : Equivalent roughness, ft
 η : Efisiensi pompa
 μ : Viskositas, kg/m.hr
 ρ : Densitas, kg/m³

8. PRESSURE REDUCER VALVE

A : Area alir pipa, in²
 D_{opt} : Diameter optimum pipa, in
 g_c : Konstanta percepatan gravitasi, lbm.ft/lbf.s²
 h_f : *Friction loss*, ft.lbf/lbm
ID : Inside diameter, in
 k_f : *Loss friction factor*
OD : Outside diameter, in
 Q_f : Laju alir volumetrik, ft³/s
Re : Reynold Number, dimensionless
V : Kecepatan, ft/s
 μ : Viskositas, kg/m.hr
 ρ : Densitas, lb/ft³

9. REAKTOR

A_s : Area *shell*, m²
C : Tebal korosi yang diizinkan, m
 C_{Ao} : Konsentrasi awal umpan gas masuk, kmol/m³
 C_{Bo} : Konsentrasi awal umpan liquid masuk, kmol/m³
 d_p : Diameter partikel katalis, m
 D_b : *Bundle* diameter, m
 D_R : Diameter reaktor, m
 D_s : Diameter *shell*, m
E : Energi Aktivasi, kkal/mol
 F_{Ao} : Laju alir umpan gas, kmol/jam
 F_{Bo} : Laju alir umpan liquid, kmol/jam

| | |
|----------------|--|
| ΔH_f | : Entalpi pembentukan, kkal/mol |
| H_R | : Tinggi reaktor, m |
| H_s | : Tinggi <i>head</i> reaktor, m |
| k | : Konstanta kecepatan reaksi |
| k_b | : Konstanta Boltzman, $m^2 \cdot kg/s^2 \cdot K$ |
| L_t | : Tinggi <i>tube</i> reaktor, m |
| M | : Berat molekul, g/mol |
| N | : Bilangan Avogadro, mol^{-1} |
| P | : Tekanan operasi, atm |
| Q | : Laju volumetric, m^3/s |
| R | : Konstanta gas, kkal/mol K |
| $-r_A$ | : Laju reaksi |
| S | : Working stress yang diizinkan, atm |
| t | : Tebal dinding reaktor, mm |
| T | : Temperatur, K |
| U | : Superficial velocity, m/s |
| V_f | : Total <i>free</i> volume, m^3 |
| V_{HR} | : Volume <i>head</i> reaktor, m |
| V_k | : Volume katalis, m^3 |
| V_r | : Volume reaktor, m^3 |
| V_s | : Volume <i>shell</i> , m^3 |
| V_{TR} | : Volume <i>tube</i> reaktor, m^3 |
| W | : Laju aliran massa, kg/jam |
| W_K | : Berat katalis, Kg |
| X | : Persen konversi |
| ρ, ρ_k | : Densitas fluida, katalis, kg/m^3 |
| ε | : Void fraksi, dimensionless |
| σ_{AB} | : Konstanta <i>Lennard-Jones</i> , A^0 |

y : Fraksi mol, dimensionless
 Φ : Porositas partikel katalis, dimensionless
 μ : Viskositas, kg/m.hr

10. TANKI

C : Allowable corrosion, m
 D : Diameter tanki, m
 E : Welding joint efficiency
 h : Tinggi head, m
 H : Tinggi silinder tanki, m
 H_t : Tinggi total tanki, m
 P : Tekanan, atm
 S : Allowable stress, psi
 t : Tebal dinding tanki, m
 V_h : Volume head, m³
 V_s : Volume silinder, m³
 V_t : Volume tanki, m³
 W : Laju alir massa, kg/jam
 ρ : Densitas, kg/m³

EKONOMI

1. *Net Profit Before Tax* : Biaya keuntungan sebelum pajak
2. *Net Profit After Tax* : Biaya keuntungan setelah pajak
3. *Pay out time* : Batas waktu pembayaran
4. *Total final capital* : Total modal akhir
5. *Rate of Return Capital* : Laju pengembalian modal
6. *Break event point* : Titik impas dimana pabrik atau perusahaan dalam kegiatan operasinya tidak memperoleh keuntungan dan kerugian

7. *Total capital investment* : Modal investasi
8. *Fixed capital investment* : Modal tetap
9. *Working capital* : Modal kerja *Working capital* adalah modal yang digunakan untuk melakukan kegiatan operasi pabrik. *Working capital* untuk industri terdiri atas sejumlah modal yang diinvestasikan pada material, produk, biaya yang diterima, hasil pembayaran langsung tiap bulannya, hutang dan sebagainya.

10. *Total Producing Cost* : Biaya Produksi
11. *General expenses* : Pengeluaran umum
12. *Annual cash Flow* : Uang tunai yang yang diperoleh setiap tahun yang didapat dari keuntungan setelah dipotong pajak (NPAT) ditambah depresiasi

13. *Time of Return Invesment* : Lama Pengembalian modal investasi
14. *Cummulative Cash Position* : Total kas tahunan (*Annual Cash Flow*, ACF) selama umur pabrik setelah dipotong invetasi modal tetap

15. *Salvage Value* : nilai sisa yang merupakan perkiraan nilai jual atau nilai pasar pada akhir masa pakai asset

16. *Plant Overhead Cost* : Biaya tambahan pabrik
17. *Direct Cost* : Biaya Langsung (*Direct Cost*, DC) adalah biaya yang dikeluarkan langsung mempengaruhi proses
18. *Indirect Cost* : Biaya tidak langsung merupakan biaya yang tidak secara langsung mempengaruhi proses, namun tetap harus diperhitungkan karena akan mempengaruhi proses apabila terjadi sesuatu pada saat proses pabrik berlangsung.

DAFTAR LAMPIRAN

| | | |
|--------------|---|-----|
| Lampiran I | Lampiran Perhitungan Neraca Massa..... | 155 |
| Lampiran II | Lampiran Perhitungan Neraca Panas..... | 179 |
| Lampiran III | Lampiran Perhitungan Spesifikasi Peralatan..... | 221 |
| Lampiran IV | Lampiran Perhitungan Analisa Ekonomi..... | 389 |

BAB I

PEMBAHASAN UMUM

1.1. Pendahuluan

Teknologi yang terus berkembang di era modern pada segala bidang memicu meningkatnya pemenuhan kebutuhan hidup manusia. Dalam hal ini, produk-produk inovatif terus dikembangkan oleh para ahli. Hal ini juga berlaku pada produksi bahan-bahan kimia. Banyak bahan-bahan kimia yang diproduksi guna diaplikasikan dalam pemenuhan kebutuhan hidup manusia.

Tidak dapat dipungkiri bahwa bahan bakar merupakan salah satu aspek yang paling penting dalam kehidupan. Transportasi yang merupakan salah satu kebutuhan hidup manusia memerlukan bahan bakar di dalam operasinya. Peningkatan jumlah penduduk berbanding lurus dengan peningkatan kebutuhan transportasi, yang juga berarti bahwa terdapat peningkatan dalam kebutuhan bahan bakar. Banyak alternatif lain dalam penggunaan bahan bakar, misalnya biogas dan biodiesel, namun hal ini belum serta merta mampu menggantikan bensin sebagai bahan bakar utama, sehingga masih banyak masyarakat yang bergantung kepada bensin yang bersumber dari minyak bumi.

Bahan bakar tersebut mengandung suatu bahan aditif yang berperan dalam peningkatan angka oktannya, yaitu TEL (*Tetra Ethyl Lead*) yang ternyata mengandung senyawa timbal di dalamnya. Bahaya dari emisi bahan bakar yang mengandung senyawa timbal ini diantaranya kanker dan kerusakan otak. Maka, ditekankan itu mengurangi penggunaan dari zat berbahaya ini.

Berbagai upaya dilakukan untuk mengatasi permasalahan dan mengurangi penggunaan zat berbahaya ini, diantaranya mencoba mencari bahan pengganti atau bahan alternatif yang sekiranya dapat menggantikan peran TEL di dalam bensin, namun lebih ramah terhadap lingkungan. Salah satu bahan yang dapat menggantikannya yaitu Diisopropil Eter (DIPE). Diisopropil Eter adalah suatu senyawa yang dapat digunakan sebagai zat aditif dalam bahan bakar, yang baik dalam meningkatkan bilangan oktan. Diisopropil Eter merupakan solven aktif yang sangat baik untuk digunakan sebagai anti knocking bahan bakar, karena pada

suhu rendah campurannya, Diisopropil Eter tidak memiliki kecenderungan membentuk gumpalan-gumpalan. Diisopropil Eter juga memiliki kemampuan isomerisasi yang lebih baik daripada teknik isomerisasi pada pengilangan biasa.

Selain itu, Diisopropil Eter juga banyak digunakan sebagai pelarut di dunia industri. Diisopropil Eter memiliki keunggulan yakni titik didih yang lebih tinggi dibandingkan pelarut lainnya seperti aseton, sehingga lebih unggul untuk digunakan dalam proses pemisahan. Kelarutan DIPE yang sangat kecil di dalam air juga menjadikannya sangat baik untuk mengekstraksi senyawa-senyawa asam seperti asam asetat. Diisopropil Eter juga sangat bermanfaat dalam industri textile, cat, rokok, dan industri-industri kimia lainnya. Maka dari itu karena banyaknya kegunaan dari Diisopropil Eter ini dan kebutuhannya yang semakin meningkat, gagasan untuk mendirikan pabrik Diisopropil Eter ini merupakan gagasan yang menguntungkan karena dapat memenuhi kebutuhan Diisopropil Eter dalam negeri dan mengurangi impor, serta beberapa keuntungan yang lainnya:

- 1) Menghemat devisa karena propilen diperoleh dari industri lokal
- 2) Mendukung perkembangan industri dengan bahan baku propilen
- 3) Membuka lapangan kerja baru

1.2. Sejarah dan Perkembangan Produksi DIPE

Pada tahun 1920 proses yang digunakan untuk pembuatan Diisopropil Eter adalah secara proses hidrasi tidak langsung (*indirect hydration process*). Dalam proses ini digunakan asam sulfat sebagai katalisnya. Penggunaan asam sulfat dalam proses ini menimbulkan banyak masalah, diantaranya yaitu:

1. Terjadinya korosi pada peralatan proses
2. Sulit memisahkan produk Diisopropil Eter dari H_2SO_4
3. Banyak dihasilkan limbah yang mengandung H_2SO_4

Maka dari itu dikarenakan permasalahan tersebut, proses pembuatan Diisopropil Eter dengan cara hidrasi tidak langsung tidak dapat dikembangkan secara komersial. Pada tahun 1960, Universal Oil Production (UOP, USA) melakukan penelitian tentang proses pembuatan DIPE secara hidrasi langsung (*direct hydration process*) dengan menggunakan katalis solid. Contoh katalis yang sering digunakan yaitu zeolit dan katalis ion exchange resin.

1.3. Tujuan dan Manfaat Pendirian Pabrik

- 1) Menghemat devisa karena propilen diperoleh dari industri lokal
- 2) Mendukung perkembangan industri dengan bahan baku propilen
- 3) Membuka lapangan kerja baru
- 4) Memenuhi kebutuhan Diisopropil Eter di dalam negeri karena belum adanya pabrik Diisopropil Eter di Indonesia.

1.4. Sifat Fisika dan Sifat Kimia

Setiap zat kimia memiliki karakteristiknya masing-masing membuatnya berbeda dari zat lain, akan tetapi terdapat beberapa zat yang umumnya mempunyai persamaan sifat dengan zat lain sehingga dapat dimasukkan dalam satu golongan. Karakteristik zat termasuk dalam aspek penting dalam menentukan bagaimana zat tersebut dapat dimanfaatkan. Sifat-sifat suatu zat dapat dibagi menjadi sifat fisika dan sifat kimia. Adapun sifat fisika dan kimia dari zat yang digunakan adalah sebagai berikut:

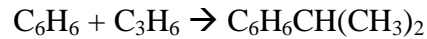
1.4.1. Propilen

Sifat Fisika

| | |
|------------------------------------|---|
| Rumus molekul | : C_3H_6 |
| Massa molekul | : 42,081 gr/mol |
| Fase pada suhu kamar | : Gas |
| Warna | : Tidak berwarna |
| Titik beku | : -185,2 |
| Titik didih | : -47,7 |
| Tekanan uap | : 9,42 bar (gauge) |
| Kelarutan dalam air (1 atm, 20 °C) | : 22,05 cm ³ /100 ml |
| Panas laten | : 4400 kal/mol |
| Kapasitas Panas | : $31,298 + 7,24 \cdot 10^{-2} T + 1,95 \cdot 10^{-4} T^2 - 2,16 \cdot 10^{-7} T^3 + 6,3 \cdot 10^{-11} T^4 (K)$ kal/mol |
| Temperatur Kritis | : 365 K |
| Density | : 612 kg/m ³ |

Sifat Kimia

1. Reaksi dengan benzena dengan adanya katalis AlCl_3 akan menghasilkan suatu alkil benzena.



2. Klorinasi non katalitik terhadap propilen fase gas pada suhu 500°C dalam reactor adiabatik menghasilkan alkil klorida



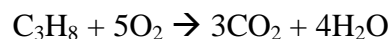
3. Hidrasi dengan air menghasilkan isopropil alkohol.

**1.4.2. Propane****Sifat Fisika**

| | |
|--|---|
| Rumus molekul | : C_3H_8 |
| Massa molekul | : 44,1 gr/mol |
| Fase pada suhu kamar | : Gas |
| Warna | : Tidak berwarna |
| Titik beku | : -188 |
| Titik didih | : -42 |
| Tekanan uap (at $21,1^\circ\text{C}$) | : 101,3 kPa |
| Kelarutan dalam air (1 atm, 0) | : 40 mg/L |
| Panas laten | : 18,786 kJ/kmol |
| Kapasitas Panas | : $28,277 + 1,16 \cdot 10^{-1} T - 1,96 \cdot 10^{-4} T^2 - 2,33 \cdot 10^{-7} T^3 - 6,87 \cdot 10^{-11} T^3$ (K) kJ/kg |
| Temperatur Kritis | : 369,8 K |
| Density | : 493 kg/m^3 |

Sifat Kimia

1. Pada keadaan oksigen berlebih, propana terbakar membentuk air dan CO_2 .

**1.4.2. Air****Sifat Fisika**

| | |
|--------------------------------------|--|
| Rumus molekul | : H ₂ O |
| Massa molekul | : 18 gr/mol |
| Fase pada suhu kamar | : Cair |
| Warna | : Tidak berwarna |
| Titik leleh | : 0 |
| Titik didih | : 100 |
| Tekanan uap | : 17,535 mmHg |
| Temperatur Kritis | : 647,3 K |
| Tekanan Kritis | : 220,5 Bar |
| Densitas Liquid | : 998 K |
| <i>Heat Capacities</i> | : $32,243 + 19,238 \times 10^{-4} T + 10,555 \times 10^{-6} T^2 - 3,596 \times 10^{-9} T^3$ (Cp dalam J/mol.K dan T dalam K) |
| Panas Pembentukan | : -242 KJ/mol |
| <i>Energi Gibbs</i> | : -228,77 KJ/mol |
| Vapor Pressure (pers. Antoine), mmHg | |
| lnP* | : $18,3036 - [3816,44/(T - 46,13)]$; T(K) |

1.4.3. Isopropil Alkohol

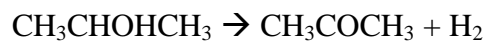
Sifat Fisika

| | |
|----------------------|------------------------------------|
| Rumus molekul | : C ₃ H ₇ OH |
| Massa molekul | : 60,1 gr/mol |
| Fase pada suhu kamar | : Cair |
| Warna | : Tidak berwarna |
| Titik leleh | : -89 |
| Titik didih | : 82 |
| Tekanan uap (25 °C) | : 44 mmHg |
| Kelarutan dalam air | : Larut dalam air |
| Panas Laten | : 9520 kal/mol |

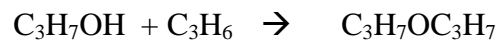
| | |
|--------------------------------------|---|
| Kapasitas Panas | : $7,745 + 4,502 \cdot 10^{-2} \cdot T - 1,53 \cdot 10^{-2} T^2 - 2,210 \cdot 10^{-8} T^3$; T(K) |
| Vapor Pressure (pers. Antoine), mmHg | |
| lnP* | : $18,6929 - [3640,2 / (T - 53,54)]$; T(K) |
| Temperatur kritis | : 508,3 K |
| Density | : 786 kg/m ³ |

Sifat Kimia

1. Reaksi dehidrogenasi isopropil alkohol akan membentuk aseton dengan bantuan katalis seperti logam, oksida dan campuran logam dengan oksidanya.



2. Reaksi dengan propilen akan membentuk Diisopropil Eter



1.4.4. Diisopropil Eter

Sifat Fisika

| | |
|--------------------------------------|--|
| Rumus molekul | : C ₆ H ₁₄ O |
| Massa molekul | : 102,18 gr/mol |
| Fase pada suhu kamar | : Cair |
| Warna | : Tidak berwarna |
| Titik leleh | : -85,5 |
| Titik didih | : 68 |
| Tekanan uap (20 °C) | : 0,18 bar |
| Panas Laten | : 7010 kal/mol |
| Kapasitas Panas | : $1,792 + 1,397 \cdot 10^{-1} T - 7,229 \cdot 10^{-5} T^2 + 1,396 \cdot 10^{-8} T^3$ kal/mol ; T(K) |
| Vapor Pressure (pers. Antoine), mmHg | |
| lnP* | : $16,3417 - [2895,73 / (T - 43,15)]$; T(K) |
| Temperatur kritis | : 500,3 K |

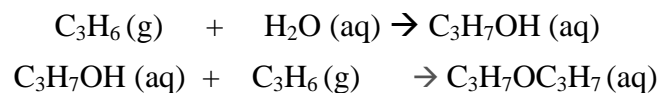
Density : 724 kg/m³

1.5. Macam-macam Proses Pembuatan

Pembuatan Diisopropil Eter dapat dilakukan melalui bermacam-macam proses. Proses pembuatan Diisopropil Eter ini berbeda dalam penggunaan bahan baku, katalis, kondisi reaksi, dan jenis reaksi. Beberapa macam proses tersebut diuraikan sebagai berikut:

1.3.1. Proses Pembuatan Diisopropil Eter dari Propilen dan Air dengan Katalis Ion Exchange

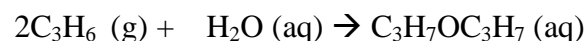
Proses ini dimulai dengan mereaksikan *propylene* dan air dalam reaktor *fixed bed* dan mengandung katalis ion exchange resin. Reaktor beroperasi pada suhu 110°C dan tekanan 1000 psig. Reaksi propilen dan air ini menghasilkan isopropil alkohol (IPA). Selanjutnya, IPA akan bereaksi dengan *propylene* membentuk Diisopropil Eter di dalam reaktor yang sama.



Campuran produk keluaran reaktor yang terdiri atas *propylene*, air, isopropil alkohol, Diisopropil Eter. Aliran dialirkan ke knock out drum untuk memisahkan *propylene* yang masih terkandung. Campuran DIPE, IPA, dan air kemudian dipisahkan di dalam kolom destilasi. Pada kolom destilasi pertama, campuran DIPE dan IPA dipisahkan dari air. Komponen kaya DIPE dialirkan ke kolom destilasi kedua untuk memisahkan IPA yang masih terkandung. Keluaran dari destilasi merupakan produk DIPE dengan kemurnian produk > 96%.

1.3.2. Proses Pembuatan Diisopropil Eter dari Propilen dan Air dengan Katalis Zeolit

Proses ini dilakukan dengan mereaksikan *propylene* dan air dalam katalis zeolit beta, dengan kondisi operasi dijaga pada temperatur 160°C dan tekanan 70 atm. Berdasarkan reaksi sebagai berikut:

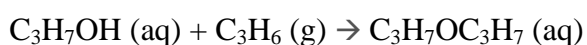


Aliran keluaran reaktor kemudian masuk ke unit pemisah untuk memisahkan Diisopropil Eter dari propilen dan air yang tidak bereaksi. Alat pemisah ini

terdiri atas 2 kolom destilasi dan satu kolom ekstraksi. Kolom destilasi-01 berfungsi memisahkan propylene yang tidak bereaksi dari campuran produk. Selanjutnya aliran *bottom product* dialirkan ke kolom ekstraksi untuk memisahkan produk diisopropyl ether. Solven yang digunakan pada proses ekstraksi adalah air.

1.3.3. Proses Pembuatan Diisopropil Eter dari Isopropanol dan Propilen

Jalan proses pembuatan Diisopropil Eter dengan proses kontinu yaitu dimulai dengan mereaksikan propylene dan isopropanol (IPA) di reaktor sehingga didapatkan produk DIPE dengan bantuan katalis H_2SO_4 cair. Reaksi ini terjadi pada kondisi reaktor dengan tekanan 20 atm dan suhu $115^\circ C$, berdasarkan reaksi:



Hasil produk keluaran reaktor kemudian diumpankan ke dalam *flash drum* untuk dipisahkan *propylene* dan *propane* yang tidak bereaksi. *Bottom product* dari *flash drum* kemudian dialirkan ke kolom distilasi untuk dimurnikan, sehingga didapatkan DIPE yang merupakan *top product* dari menara distilasi.

Tabel 1.1. Perbedaan Proses Pembuatan Diisopropil Eter

| Parameter | Proses 1 | Proses 2 | Proses 3 |
|---|---|---|---|
| | | US 2018/0179133 A1 (28 Juni 2018) | US Patent 5.808.161 (15 September 1998) |
| Bahan Baku | Propilen Air | Propilen Air | Propilen Isopropil Alkohol |
| Katalis | Ion Exchange Resin | Zeolite | H_2SO_4 Cair |
| Reaktor <ul style="list-style-type: none"> • Tipe • Temperatur • Tekanan | Multi Tubular Fixed Bed Reactor 110°C 68 atm | Multi Tubular Fixed Bed Reactor 160°C 70 atm | Multi Tubular Fixed Bed Reactor 115°C 20 atm |
| Konversi Produk | 80,4% | 35,5 % | 55,11% |
| Produk | Diisopropil Eter | Diisopropil Eter | Diisopropil Eter |

DAFTAR PUSTAKA

- BPS., 2019. *Data Impor Bahan Kimia Indonesia*. [http://:www.BPS.co.id](http://www.BPS.co.id) (Diakses pada 27 November 2019)
- Brownell, L.E. and Young, E.H., 1979. *Process Equipment Design*. Wiley Eastern Limited: New York.
- Cheremisinoff, Nicholas., 2000. *Handbook Of Chemical Processing Equipment*. Butterworth Heinemann: New York.
- Coulson, & Richardson's., 2003. *Chemical Engineering, 3th edition, volume 6*. Butterworth-Heinemann: New York.
- Felder, Richard., 2005. *Elementary Principles Of Chemical Proses, 3rd edition*. North Carolina State University, North Caronia.
- F. P. Heese, M. E. Dry, dan K. P. Moller. 2000. The Mechanism of Diisopropyl Ether Synthesis from A Feed of Propylene and Isopropanol over Ion Exchange Resin. *Studies in Surface Science and Catalysis* 130.
- Ismail, Syarifuddin., 1996. *Alat Industri Kimia*. UNSRI: Palembang.
- Krupa, S. L. 2018. *Process for Producing Diisopropyl Ether from High Purity Propylene*. US 2018/0179133 A1.
- Kern, D.Q., 1965. *Process Heat Transfer*. McGraw-Hill Book Co: Tokyo.
- Levenspiel, Octave., 1999. *Chemical Reaction Engineering, 3rd edition*. Oregon State University: New York.
- Ludwig, Ernest., 1997. *Applied Process Design, 3rd edition*. Gulf Profesional Publishing: Heinemann.
- Matche., 2014. *Data Harga Peralatan*. [http://:www.matche.com](http://www.matche.com). (Diakses pada 25 Mei 2020)
- Nauman, Bruce., 2002. *Chemical Reactor Design, Optimization, and Scaleup*. McGraw-Hill Book Co: New York.
- Perry, R., & Green, D., 1997. *Perry's Chemical Engineer's Handbook, 7th Edition*. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Petters, M., & Timmerhaus, K., 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineer, 4th Edition*. New York: Mc Graw - Hill Book Co.

- Redaksi Sinar Grafika. 2003. *Undang-Undang Ketenagakerjaan 2003*. Sinar Grafika: Jakarta
- Shah, R.K. and Sekulit, D.P., 2003. *Fundamental of Heat Exchanger Design*. John Wiley and Sons: Canada.
- Smith, J.M. and Ness H.C., 2001. *Chemical Engineering Thermodynamics*. McGraw-Hill: New York.
- Treyball, R.E., 1980. *Mass Transfer Operation*. McGraw-Hill Kogakusha: Tokyo.
- Walas, Stanley., 1990. *Chemical Process Equipment*. Butterworth Heinemann: New York.
- Yaws, C.L., 1996. *Handbook Of Thermodynamic Diagrams, Volume 4*. Gulf Publishing Company: Texas.