
TUGAS AKHIR

**PRARANCANGAN PABRIK DODEKILBENZEN
DARI BENZEN DAN DODEKEN
KAPASITAS 50.000 TON / TAHUN**



**Disusun Oleh :
ANATRI DESSTYA
I0500010**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

2005

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

- *“Hanya Engkau-lah yang kami sembah dan hanya kepada Engkau-lah kami mohon pertolongan” Q.S Al-Faatihah : 5*
- *Hidup adalah perjuangan tanpa henti. Jangan pernah menyerah pada keterbatasan.*

Karya ini kupersembahkan kepada :

..... Bapak dan Ibuku

.....

*Karya kecil ini kupersembahkan dengan segala cintaku yang tercurahi .
Meski belum cukup pantas untuk dipersembahkan karena ini hanyalah
suatu alur kecil dari sebuah cerita hidup yang akan kujalani. Semoga
segala nikmat dan hidayah-Nya senantiasa melimpahi.Amin.*

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah, segala puji hanya bagi Allah SWT, hanya karena rahmat dan hidayah-Nya, penulis akhirnya dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir dengan judul “ Prarancangan Pabrik Dodekilbenzene dari Benzene dan Dodeken dengan kapasitas 50.000 Ton/tahun”. Sebagai salah satu syarat guna memperoleh derajat sarjana teknik di Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Dalam penyusunan tugas akhir ini banyak bantuan baik berupa dukungan moral maupun spiritual dari berbagai pihak. Oleh karena itu sudah sepantasnya penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada:

1. Ir. Endang Mastuti, selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan bantuannya dalam penulisan tugas akhir.
2. Ir. Sumaryoto, MSc, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
3. Ir. Paryanto, MS, selaku Pembantu Dekan I Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.
4. Ir. Nunik Sri Wahjuni, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia FT UNS
5. Ir. Samun Triyoko, selaku Pembimbing Akademik, atas bimbingan dan arahnya.
6. Bapak dan Ibu, untuk seluruh cinta, dukungan dan pengorbanannya selama ini.
7. Kakak tercinta, Mba Yuli untuk nasehat, masukan dan bantuan yang diberikan
8. Teman sharing Naist, Heni, Nining, Rina, Mumu, Ceri, Lilik, Iik untuk bantuan dan partisipasinya, makasih banyak buat kalian semua.

9. Konco-konco seangkatan 2000 yang tak mungkin disebutkan satu-satu, untuk bantuan, kepercayaan dan kekompakan kita selama ini.....ayo terus maju.
10. Bu Pur dan Mba Ima, Mba Ana dan Mas Rahmat, matur nuwun buat kemudahan birokrasinya, tetaplah menjadi orang yang sabar.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis membuka diri terhadap segala saran dan kritik yang membangun. Besar harapan penulis semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca sekalian.

Surakarta, April 2005

Anatri Desstya

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Motto dan Persembahan	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	vi
Daftar Tabel	viii
Daftar Gambar	x
Intisari	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
1.2. Penentuan Kapasitas Perancangan	4
1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik	5
1.4. Tinjauan Pustaka	7
BAB II DISKRIPSI PROSES	18
2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	18
2.2. Konsep Proses	20
2.3. Diagram Alir Proses	33
2.4. Neraca Massa dan Neraca Panas	31
2.5. Tata Letak Pabrik dan Alat Proses	57
BAB III SPESIFIKASI PERALATAN PROSES	64
BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM	100
4.1. Unit Pendukung Proses	100
4.2. Laboratorium	109
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN	116
5.1. Bentuk Perusahaan	116
5.2. Struktur Organisasi	117

5.3. Tugas dan Wewenang	119
5.4. Pembagian Jam Kerja Karyawan	125
5.5. Status Karyawan dan Sistem Upah	127
5.6. Penggolongan Jabatan, Jumlah dan Gaji Karyawan	128
5.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan	131
BAB VI ANALISA EKONOMI	134
6.1. Penaksiran Harga Peralatan	135
6.2. Penentuan <i>Total Capital Investment (TCI)</i>	136
6.3. Biaya Produksi Total (<i>Total Production Cost</i>)	138
6.4. Keuntungan (<i>Profit</i>)	140
6.5. Analisa Kelayakan	141
KESIMPULAN	144
DAFTAR PUSTAKA	xi
Lampiran-lampiran :	
LAMPIRAN A : Data-data sifat fisis	A-1
LAMPIRAN B : Perhitungan Neraca Massa	B-1
LAMPIRAN C : Reaktor	C-1

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Kebutuhan Dodekilbenzen di Indonesia	3
Tabel 1.2. Perbandingan proses UOP dan klorinasi	10
Tabel 2.1. Harga Panas Pembentukan dan Energi Gibbs kondisi standart	23
Tabel 2.2. Neraca massa di <i>Mixer</i>	33
Tabel 2.3. Neraca massa di Reaktor	34
Tabel 2.4. Neraca massa di <i>Settler</i>	34
Tabel 2.5. Neraca massa di <i>Stripper</i>	35
Tabel 2.6. Neraca massa di Kolom Benzen	35
Tabel 2.7. Neraca massa di Kolom Parafin	36
Tabel 2.8. Neraca massa di Kolom Deterjen	36
Tabel 2.9. Neraca massa di sekitar <i>decanter</i>	37
Tabel 2.10. Neraca massa di seluruh system	37
Tabel 2.11. Panas yang dibawa benzen segar (arus 1)	38
Tabel 2.12. Panas yang dibawa benzen <i>recycle</i> (arus 2)	38
Tabel 2.13. Panas yang dibawa umpan dodeken	39
Tabel 2.14. Panas yang dibawa keluaran <i>mixer</i>	39
Tabel 2.15. Neraca Panas di sekitar reaktor	39
Tabel 2.16. Panas reaksi dari komponen di reaktor	39
Tabel 2.17. Panas yang masuk ke <i>settler</i>	40
Tabel 2.18. Panas yang keluar dari Hasil atas <i>settler</i>	41
Tabel 2.19. Panas yang keluar dari hasil bawah <i>settler</i>	41
Tabel 2.20. Panas yang masuk ke <i>stripper</i>	42
Tabel 2.21. Panas yang keluar dari hasil atas <i>stripper</i>	42
Tabel 2.22. Panas yang keluar dari hasil bawah <i>stripper</i>	43
Tabel 2.23. Panas yang masuk ke CD-04	43
Tabel 2.24. Panas pengembunan	43
Tabel 2.25. Panas keluaran CD-04	44
Tabel 2.26. Panas yang masuk ke <i>Decanter</i>	44
Tabel 2.27. Panas yang keluar dari hasil bawah <i>Decanter</i>	44

Tabel 2.28. Panas yang keluar dari hasil atas <i>Decanter</i>	44
Tabel 2.29. Panas yang masuk ke HE-01	45
Tabel 2.30. Panas yang keluar dari ke HE-01	45
Tabel 2.31. Panas yang masuk ke Kolom Benzen	46
Tabel 2.32. Panas yang dibawa hasil atas kolom benzen	46
Tabel 2.33. Panas yang dibawa hasil atas kolom benzene	47
Tabel 2.34. Panas yang dibawa fase uap jenuh di CD-01	48
Tabel 2.35. Panas yang dibawa fase cair jenuh di CD-01	48
Tabel 2.36. Panas yang dibawa destilat di CD-01	48
Tabel 2.37. Panas yang masuk ke Kolom Parafin	49
Tabel 2.38. Panas yang dibawa hasil atas Kolom Parafin	49
Tabel 2.39. Panas yang dibawa hasil bawah Kolom Parafin	50
Tabel 2.40. Panas yang dibawa fase uap jenuh di CD-02	51
Tabel 2.41. Panas yang dibawa fase cair jenuh di CD-02	51
Tabel 2.42. Panas yang dibawa destilat di CD-02	51
Tabel 2.43. Panas yang masuk ke Kolom Deterjen	52
Tabel 2.44. Panas yang dibawa hasil atas Kolom Deterjen	52
Tabel 2.45. Panas yang dibawa hasil bawah Kolom Parafin	52
Tabel 2.46. Panas yang dibawa fase uap jenuh di CD-03	53
Tabel 2.47. Panas yang dibawa fase cair jenuh di CD-03	53
Tabel 2.48. Panas yang dibawa destilat di CD-03	54
Tabel 2.49. Panas yang masuk ke HE-02	54
Tabel 2.50. Panas yang keluar dari HE-02	55
Tabel 2.51. Panas yang masuk ke HE-03	55
Tabel 2.52. Panas yang keluar dari HE-03	55
Tabel 5.1. Jadwal Pembagian Kelompok Shift	127
Tabel 6.1. Indeks Harga Alat	135
Tabel 6.2. Analisa Kelayakan	140

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Skema sederhana proses pembuatan dodekilbenzen	17
Gambar 2.1. Diagram Alir Kualitatif	60
Gambar 2.2. Diagram Alir Kuantitatif	61
Gambar 2.3. Diagram Alir Proses	61
Gambar 2.4. Tata letak pabrik	62
Gambar 2.5. Layout peralatan proses	63
Gambar 4.1. Skema pengolahan air laut	113
Gambar 4.2. Skema pengolahan air tangki untuk umpan Boiler	114
Gambar 4.3. Skema pengolahan air tangki untuk Konsumsi dan Sanitasi	115
Gambar 5.1. Struktur organisasi pabrik dodekilbenzen	133
Gambar 6.1. Analisa Kelayakan	143

Intisari

Dodekilbenzene dibuat dengan cara mereaksikan antara benzene dan dodeken pada suhu 50 °C dan tekanan 1 atm di dalam suatu reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) yang beroperasi secara *isothermal*. Perbandingan mol benzene / mol dodeken yang digunakan sebesar 8. Perbandingan ini bertujuan agar dodeken dapat terlarut dengan baik dalam benzen. Penurunan rasio di bawah 8 akan meningkatkan pembentukan dialkilbenzen dan menurunkan yield (rasio mol dodekilbenzen terhadap mol dodeken). Reaksi yang terjadi bersifat eksotermis, sehingga untuk mempertahankan suhu agar konstan, digunakan pendingin dengan tipe jaket. Pendingin yang digunakan adalah air laut

Pabrik dodekilbenzen ini dirancang dengan kapasitas 50.000 ton / tahun. Bahan baku yang dibutuhkan adalah benzene dengan 99,96 % berat, sebanyak 133396,3391 ton / tahun dan dodeken sebanyak 35.930,6599 ton / tahun. Produk yang dihasilkan berupa dodekilbenzen (DDB) dan tetradekilbenzene (TDB) dengan jumlah produksi masing-masing 49.975 ton / tahun dan 954,234 ton / tahun.

Kebutuhan utilitas meliputi air laut sebagai pendingin sebanyak 387,737 m³/jam, air tangki 2,921 m³/jam, bahan bakar (solar) sebanyak 295,015 L/jam dan kebutuhan listrik sebesar 232,66 kW.

Lokasi pabrik direncanakan di kawasan industri Cilegon, Jawa Barat dan dibangun diatas tanah dengan luas 30.000 m². Pabrik beroperasi selama 24 jam per hari dan 360 hari per tahun. Jumlah kebutuhan tenaga kerja sebanyak 124 orang.

Pabrik direncanakan mulai dikonstruksi tahun 2007. Modal tetap pabrik sebesar US \$ 1.850.395,00 dan Rp. 83.081.968.296,99 sedangkan modal kerjanya sebesar US \$ 50.392,40 dan Rp. 543.532.505.275,00. Biaya produksi total per tahun adalah sebesar US \$ 444.764,02 dan Rp.2.200.442.501.253 Evaluasi ekonomi menunjukkan bahwa : *Percent Return On Investmen* (ROI) sebelum pajak 95,4 %, sesudah pajak 44,05 %, *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak 1,02 tahun, sesudah pajak 1,73 tahun, *Break Event Point* (BEP) 51,47 %, *Shut Down Point* (SDP) 44,5 % dan *Discounted Cash Flow* (DCF) 21,00 %.

Dari hasil evaluasi ekonomi tersebut, pabrik *dodekilbenzen* dari benzene dodeken dengan kapasitas 50.000 ton / tahun cukup menarik untuk dipertimbangkan pendiriannya di Indonesia.

BAB II

DESKRIPSI PROSES

II.1. SPESIFIKASI BAHAN BAKU DAN PRODUK

II.1.1. Spesifikasi Bahan Baku

a. Benzen :

Bentuk	: cairan
Warna	: tidak berwarna
Rumus kimia	: C_6H_6
Berat molekul	: 78,114 gr/mol
Titik didih normal	: 80,1 °C
Densitas	: 0,885 gr/cm ³ (pada 20 °C)
Kemurnian	: 99,96 %
Viskositas	: 0,5312 cp
Komposisi bahan	: 99,96 % C_6H_6 200 ppm C_7H_8 200 ppm H_2O

(www.pertamina.com)

b. Dodeken

Bentuk	: cairan
Warna	: tidak berwarna
Rumus kimia	: $C_{12}H_{24}$

Titik didih normal	: 213,5 (°C)
Densitas pada 20 °C	: 0,75836 (gr/cm ³)
Kemurnian	18
Komposisi bahan	: 96 % C ₁₂ H ₂₄ ; 2 % C ₁₂ H ₂₆ ; 2% C ₁₄ H ₂₈

(www.sasol.com)

II.1.2. Spesifikasi Bahan Pembantu

Hidrogen Fluorida (HF) :

Kenampakan	: cair (pada 67 °C, 1 atm)
Rumus kimia	: HF
Berat molekul	: 20,006 (gr/mol)
Titik didih normal	: 67 °C
Densitas pada 25 ⁰ C	: 0,958 gr/cm ³

(<http://ehs.unc.edu/pdf/HydrofluoricAcid>)

II.1.3. Spesifikasi Produk

a. Dodekilbenzen

Wujud	: cairan
Warna	: tidak berwarna
Rumus kimia	: C ₁₂ H ₂₅ C ₆ H ₅
Berat molekul	: 246,435 g/mol
Titik didih normal	: 327,76 °C
Densitas	: 0,88 g/cm ³ (pada 25 ⁰ C)
Komposisi bahan	: 99,95 % C ₁₂ H ₂₅ C ₆ H ₅

(www.pilotchemical.com)

b. Tetradekilbenzen

Bentuk : cairan, berkabut

Warna : jernih

Rumus kimia : $C_{14}H_{29}C_6H_5$

Berat molekul : 274,489 (g/mol)

Titik didih normal : 354,16 ($^{\circ}C$)

Specific gravity : 0,8565

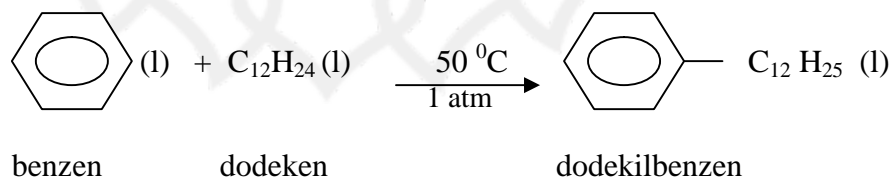
(<http://physchem.ox.ac.uk.MSDS>)

II.2. KONSEP PROSES

II.2.1. Dasar Reaksi

Reaksi pembentukan dodekilbenzen dari benzen dan dodeken tergolong dalam reaksi alkilasi benzen dan dodeken menggunakan katalis asam fluoride (HF.)

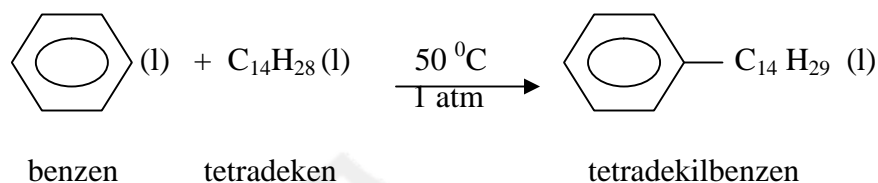
Reaksi utama yang terjadi adalah :



Dengan yield (rasio mol dodekilbenzen terhadap dodeken) adalah 95 %

(F.H.Lewis,1981)

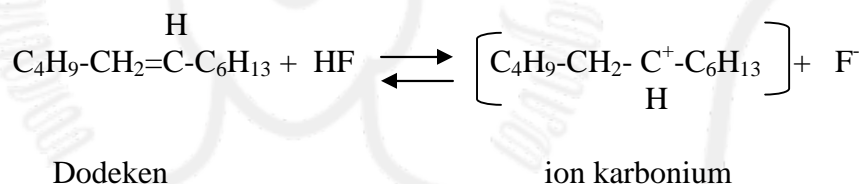
Reaksi samping yang terjadi :



Mekanisme Reaksi

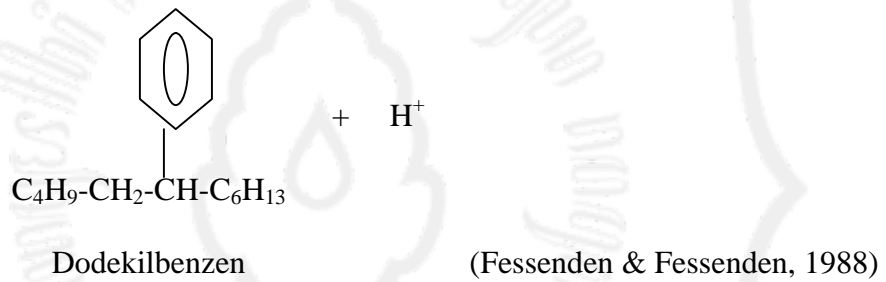
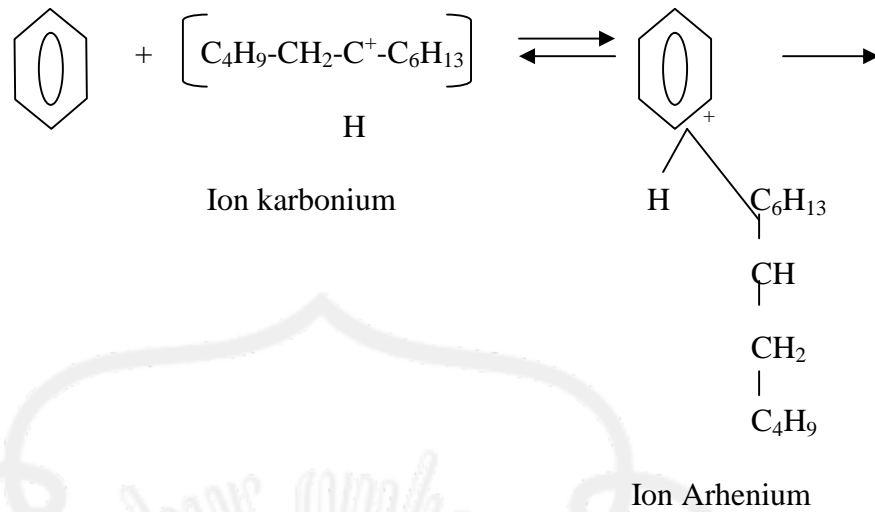
Mekanisme reaksi alkilasi antara benzen dan dodeken membentuk dodekilbenzen dengan katalis HF terjadi melalui dua tahap reaksi, yaitu:

1. Pembentukan ion karbonium dari dodeken



Dengan adanya katalis asam, dodeken akan tersubstitusi secara elektrofilik membentuk ion karbonium yang merupakan radikal bebas.

2. Penyerangan ion karbonium ke dalam cincin benzen yang akan membentuk senyawa *intermediet*, kemudian membentuk dodekilbenzen dengan melepas sebuah proton



II.2.2. Tinjauan Kinetika

Mencari konstanta kecepatan reaksi

Diketahui data : waktu tinggal , $\tau = 14$ menit = 0,2333 jam(DS.Ratna, 2001)

Konversi, $X_A = 0,95$ (F.H.Lewis,1981)

Reaksi =

	A	+	B	→	C
mula*	F_{A0}		F_{B0}		
reaksi	$F_{A0}X_A$		$F_{A0}X_A$		$F_{A0}X_A$
akhir	$F_{A0} - F_{A0}X_A$		$F_{B0} - F_{A0}X_A$		$F_{A0}X_A$

Menentukan C_A

$$C_A = \frac{F_A}{v} = \frac{F_{AO}(1 - X_A)}{v} = C_{AO}(1 - X_A) \dots \dots \dots (1)$$

$$C_B = \frac{F_B}{v} = \frac{F_{BO} - F_{AO}X_A}{v} \dots \dots \dots (2)$$

$$= \frac{F_{AO} \left(\frac{F_{BO}}{F_{AO}} - X_A \right)}{v}$$

$$= C_{AO}(\theta_B - X_A)$$

Untuk reaksi elementer fase cair-cair, (Levenspiel, O.,1957), maka persamaan kecepatan reaksinya adalah

$$(-r_A) = k(C_A)(C_B)$$

$$= kC_{AO}(1 - X_A)C_{AO}(\theta_B - X_A)$$

$$(-r_A) = kC_{AO}^2(1 - X_A)(\theta_B - X_A) \dots \dots \dots (3)$$

Dengan :

- F = kmol/jam
- τ = waktu tinggal , jam
- v = volume/ waktu , m³/jam
- C = konsentrasi , (kmol/m³)
- θ_B = perbandingan mol reaktan
- A = Dodeken
- B = Benzen

Neraca Massa di Reaktor

Input	-	output	-	reaksi	=	acc
F_{AO}	-	F_A	-	$(-r_A)V$	=	0
F_{AO}	-	$F_{AO} - F_{AO}X_A$	-	$(-r_A)V$	=	0
F_{AO}	-	$F_{AO}(1 - X_A)$	=	$(-r_A)V$		

$$F_{A0}X_A = (-r_A)V$$

$$\tau = \frac{V}{v}$$

$$\frac{F_{A0} \cdot X_A}{(-r_A)} = \tau \cdot v$$

$$\frac{F_{A0} \cdot X_A}{k C_{A0}^2 (1 - X_A)(\theta_B - X_A)} = \tau \cdot v \dots \dots \dots (4)$$

Untuk kapasitas pabrik PT.UIC 210.000 ton/tahun diperoleh

$$C_{A0} = 1,03513 \text{ mol/liter} = 1,03513 \text{ kmol/m}^3$$

$$v = 100,2455 \text{ m}^3/\text{jam} (\text{sumber : perhitungan di lampiran C/lampiran reaktor})$$

$$F_{A0} = C_{A0} \times v$$

$$= 1,03513 \times 100,2445$$

$$= 103,767 \text{ kmol/jam}$$

Untuk θ_B adalah perbandingan mol reaktan = 8, maka dari persamaan (4) dapat dihitung dan diperoleh :

$$\frac{103,767 \text{ kmol/jam}}{k \cdot 0,3738 (\text{kmol/m}^3)^2} = 23,3871 \cdot \text{m}^3$$

$$\frac{274,7304}{k} = 23,3871$$

$$k = 11,747 \cdot \text{liter}/(\text{mol} \cdot \text{jam})$$

$$= 0,003263 \cdot \text{liter}/(\text{mol} \cdot \text{sekon})$$

II.2.3. Tinjauan Termodinamika

Perhitungan harga tetapan konstanta kesetimbangan (K) dapat ditinjau dari persamaan :

$$\Delta G^0 = -RT \ln K \dots \dots \dots (5)$$

Dengan $\Delta\hat{G}_f^0$ = energi Gibbs standart, (kjoule/mol)

R= tetapan gas umum, (8,3134 joule/mol.K)

T = temperatur reaksi, (K) K

= konstanta kesetimbangan

(J.M.Smith & Vannes, 1987)

Data untuk masing-masing komponen adalah :

Tabel 2.1. Nilai Panas Pembentukan dan Energi Gibbs pada kondisi standar

Komponen	ΔH_f^0 298 K (kj/mol)	$\Delta\hat{G}_f^0$ 298 K (kj/mol)
C ₁₂ H ₂₄	-165,35	137,9
C ₆ H ₆	82,93	129,66
C ₁₂ H ₂₅ C ₆ H ₅	-178,28	211,79

(Yaws, C.L, 1999)

sehingga $\Delta\hat{G}_f^0 = \Delta\hat{G}_f^0 \text{ produk} - \Delta\hat{G}_f^0 \text{ reaktan} \dots\dots\dots(6)$

$$= 211,79 - (129,66 + 137,9) \text{ kj/mol}$$

$$= -55,77 \text{ kj/mol}$$

$$\ln K_{298K} = \frac{-\Delta G_f^0}{RT}$$

$$= \frac{-(-55,77)}{8,314 \cdot 10^{-3} \text{ kj/mol.K} (298K)}$$

$$= 22,5115$$

$$K_{298K} = 5979278744$$

$$= 5,979278744 \cdot 10^9$$

maka nilai K pada 323 K dapat dihitung dengan meninjau persamaan kesetimbangan :

$$\ln \frac{K_2}{K_1} = \left[-\frac{\Delta H}{R} \right] \left[\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right] \dots \dots \dots (7)$$

dengan $\Delta H = \Delta H \text{ produk} - \Delta H \text{ reaktan}$

$$= -178,7 - (82,93 - 165,35) \text{ kJ/mol}$$

$$= -96,28 \text{ kJ/mol}$$

sehingga persamaan (7) menjadi

$$\ln \frac{K_2}{59792787441} = \left[-\frac{(-96,28) \text{ kJ/mol}}{8,3134 \cdot 10^{-3} \text{ kJ/mol.K}} \right] \left[\frac{1}{323} - \frac{1}{298} \right] \text{K}$$

$$\ln \frac{K_2}{59792787441} = -3,008$$

$$\frac{K_2}{59792787441} = e^{-3,008}$$

$$\frac{K_2}{59792787441} = 0,0494$$

$$K_2 = 2,9532 \cdot 10^8$$

Karena nilai K_2 pada 323 K sangat besar, maka reaksinya bersifat *irreversible* (tidak dapat balik).

Untuk mengetahui sifat reaksi, dapat dilakukan dengan menghitung entalpi reaksi total, yaitu :

$$\Delta H_{\text{total}} = \Delta H_{\text{reaktan}} + \Delta H_{298 \text{ K}} + \Delta H_{\text{produk}}$$

$$\Delta H^0_{\text{reaktan}} = \Delta H_{\text{BENZEN}} + \Delta H_{\text{DODEKEN}}$$

$$= \int C_p dT_{\text{BENZEN}} + \int C_p dT_{\text{DODEKEN}}$$

$$\begin{aligned}
 \int C_p dT_{\text{BENZEN}} &= \int_{298}^{315,5} A + BT + CT^2 + DT^3 \quad dT \\
 &= \left[AT + \frac{1}{2}BT^2 + \frac{1}{3}CT^3 + \frac{1}{4}DT^4 \right]_{298}^{315,5} \\
 &= (-31,662)(315,5-298) + \frac{1}{2}(1,3043)(315,5^2-298^2) + \frac{1}{3}(-3,6078 \cdot 10^{-3})(315,5^3-298^3) \\
 &\quad + \frac{1}{4}(3,8243 \cdot 10^{-6})(315,5^4-298^4) \\
 &= -791,55 + 10124,63 + (-8700,42) + 2866,7 \\
 &= 3499,38 \\
 \int C_p dT_{\text{DODEKEN}} &= \left[\int_{298}^{315,5} A + BT + CT^2 + DT^3 \quad dT \right]_{298}^{315,5} \\
 &= \left[AT + \frac{1}{2}BT^2 + \frac{1}{3}CT^3 + \frac{1}{4}DT^4 \right]_{298}^{315,5} \\
 &= (129,203)(315,5-298) + \frac{1}{2}(1,5842)(315,5^2-298^2) + \\
 &\quad \frac{1}{3}(-4,0461 \cdot 10^{-3})(315,5^3-298^3) + \frac{1}{4} \cdot 4,3851 \cdot 10^{-6}(315,5^4-298^4) \\
 &= 3230,075 + 12297,35 + (-9757,406) + 3287,06 \\
 &= 9057,08 \\
 \int C_p dT_{\text{DODEKILB}} &= \left[\int_{298}^{323} A + BT + CT^2 + DT^3 \quad dT \right]_{298}^{323} \\
 &= \left[AT + \frac{1}{2}BT^2 + \frac{1}{3}CT^3 + \frac{1}{4}DT^4 \right]_{298}^{323} \\
 &= (202,922)(298-323) + \frac{1}{2}(2,0826)(298^2-323^2) + \\
 &\quad \frac{1}{3}(-4,5475 \cdot 10^{-3})(298^3-323^3) + \frac{1}{4} \cdot 4,2038 \cdot 10^{-6}(298^4-323^4) \\
 &= -5073,05 + (-16166,1825) + (10966,5615) + (-3151,165) \\
 &= -13423,83 \\
 \Delta H_{R\text{tot}} &= 12556,46 + (-96,28) + (-13423,83) \\
 &= -963,671 \text{ kJoule/mol}
 \end{aligned}$$

Jadi, reaksi pembentukan dodekilbenzen merupakan reaksi eksotermis, karena nilai ΔH_R total negatif. Dapat disimpulkan bahwa reaksi pembentukan dodekilbenzen merupakan reaksi *irreversible* (tidak dapat balik), eksotermis, dengan temperatur reaksi dijaga konstan pada 50°C dengan pendinginan menggunakan jaket untuk menyerap panas yang dihasilkan selama reaksi berlangsung.

II.2.4. KONDISI OPERASI

Reaksi pembentukan dodekilbenzen dari benzen dan dodeken dengan katalis HF merupakan reaksi alkilasi, dijalankan di dalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) jenis *mixer-settler*, yang dioperasikan pada tekanan 1 atm dan suhu $\pm 50^{\circ}\text{C}$. (Black,A., 2004)

Adapun kondisi operasi sebagai berikut :

a. Perbandingan mol benzen/ dodeken

Perbandingan mol benzen/ mol dodeken = 8. Perbandingan ini bertujuan agar dodeken dapat terlarut dengan baik dalam benzen. Penurunan rasio di bawah 8 akan menurunkan yield (rasio mol dodekilbenzen terhadap mol dodeken). (Black,A., 2004)

b. Perbandingan volume HF/ (volume benzen dan dodeken)

Perbandingan volume HF/ (volume benzen dan dodeken) dalam reaktor adalah sama dengan 1,5. Ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan asam agar diperoleh rasio mol dodekilbenzen terhadap mol dodeken yang optimal. (Black,A., 2004)

c. Temperatur

Reaksi berjalan pada temperature $\pm 50^{\circ}\text{C}$ (Black,A., 2004)

d. Tekanan

Tekanan tidak terlalu berpengaruh terhadap reaksi. Tekanan dijaga cukup (± 1 atm) untuk menjaga katalis HF tetap dalam kondisi cair.

(Black,A., 2004)

e. Waktu Tinggal

Waktu tinggal di dalam reaktor adalah 13,3 menit .(Lampiran reaktor)

II.2.4. LANGKAH PROSES

Langkah proses pembuatan dodekilbenzene dari benzen dan dodeken dapat dikelompokkan dalam tiga tahapan proses, yaitu :

1. Tahap penyiapan bahan baku
2. Tahap pembentukan dodekilbenzen (reaksi alkilasi)
3. Tahap pemurnian produk

1. Tahap penyiapan bahan baku

Tahap ini bertujuan untuk menyiapkan benzen dan dodeken sebelum direaksikan di dalam reaktor. Tahap penyiapan bahan baku meliputi :

- a. Benzen segar dari tangki penyimpanan (T-01) pada temperatur 30°C , dan tekanan 1 atm, dipompa dengan pompa (P-01), dicampur dengan benzene *recycle* dari hasil atas kolom benzene (MD-02).

- b. Dodeken yang disimpan dalam tangki penyimpanan (T-02) pada temperatur 30°C dan tekanan 1 atm, dipompa dengan pompa (P-02) ke dalam *mixer* (M-01) yang dilengkapi dengan pengaduk.

2. Tahap pembentukan dodekilbenzen (reaksi alkilasi)

Campuran reaktan yang keluar dari *mixer* dipompa dengan pompa (P-08) untuk dimasukkan ke reaktor (R-01) jenis Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) untuk direaksikan lebih lanjut, dibantu dengan katalis HF. Katalis HF ini berasal dari hasil bawah *settler* (S-01) dan hasil atas *stripper distillation with open steam* (MD-01). Sebagai hasil bawah *settler* dan hasil atas (MD-01), HF ini dipompa dengan pompa (P-03). Reaksi beroperasi secara eksotermis, dijaga konstan pada suhu 50°C dengan jaket pendingin, pada tekanan 1 atm dan waktu tinggal selama 13,3 menit. Reaktor dilengkapi dengan jaket pendingin untuk mengambil panas yang dihasilkan selama reaksi berlangsung. Produk yang keluar reaktor terdiri dari DDB sebagai produk utama, TDB sebagai produk samping, serta kandungan C₆H₆, C₇H₈, C₁₂H₂₄, C₁₂H₂₆, C₁₄H₂₈.

3. Tahap pemurnian produk

1. Pemisahan katalis HF

Tahap ini bertujuan untuk memisahkan HF dari arus produk untuk dikembalikan ke reaktor. Produk reaktor yang dihasilkan masuk ke dalam *settler* (S-01), yang beroperasi pada suhu 50°C pada tekanan 1 atm. HF sebagai hasil bawah S-01 dikembalikan ke reaktor, sedangkan hasil atas terdiri atas DDB dan komponen organik lainnya masuk ke dalam MD-01.

Hasil atas MD-01 dikondensasikan dan diturunkan suhunya dari 67°C sampai 50°C dalam CD-04. Kondensat ini kemudian dipisahkan dalam *decanter* (DC-01) untuk memisahkan HF cair dari H₂O. HF sebagai hasil atas kemudian dipompa dengan pompa (P-04) untuk dikembalikan ke reaktor, dan H₂O dengan sedikit HF dibuang ke lingkungan. Hasil bawah (MD-01), yaitu DDB beserta komponen organik lainnya dimasukkan ke dalam kolom benzene (MD-02) menggunakan pompa (P-05).

2. Pemisahan benzene

Tahap ini bertujuan untuk memisahkan benzene dari produk utama, Hasil atas KB merupakan benzene campuran antara air dan toluene pada suhu 353,39 K dan tekanan 1 atm. Campuran dengan fase uap ini dikondensasikan dalam kondensor (CD-01), akan berubah fase menjadi cair jenuh. Destilat yang keluar dikembalikan lagi ke *mixer*, untuk dicampur dengan benzene segar. Dan hasil bawah yaitu dodekilbenzen beserta impuritisnya pada suhu 586,43 K tekanan 1 atm, dipanaskan kembali dalam *reboiler* (RB-01). Uap yang terbentuk dikembalikan ke MD-02, sedangkan cairnya dipompa dengan pompa (P-06) menuju ke kolom parafin (MD-03)

3. Pemisahan dodekan (paraffin)

Tahap ini bertujuan untuk memisahkan parafin dari produk utama, Hasil atas MD-03 adalah campuran fase uap dengan komponen utama paraffin suhu 487,29 K dan tekanan ± 1 atm. Campuran ini dikondensasikan dalam kondensor (CD-02), akan berubah fase menjadi cair jenuh. Destilat

yang keluar dikirim ke unit *Parafin Convert to Olefin* (PACOL), untuk diolah kembali menjadi dodeken. Dan hasil bawah yaitu dodekilbenzen beserta impuritisnya pada suhu 605,69 K tekanan 1,1 atm, dipanaskan kembali dalam *reboiler* (RB-02). Uap yang terbentuk dikembalikan ke MD-03, sedangkan cairnya dipompa dengan pompa (P-07) menuju ke kolom deterjen (MD-04).

4. Pemisahan DDB

Tahap ini bertujuan untuk memisahkan dodekilbenzen dari hasil samping (TDB). Hasil atas MD-04 adalah campuran fase uap dengan komponen utama DDB pada suhu 599,76 K dan tekanan ± 1 atm. Campuran ini dikondensasikan dalam kondensor (CD-03), sehingga berubah fase menjadi cair jenuh. Destilat yang keluar adalah produk utama (DDB), yang didinginkan dengan HE-02 untuk dikirim ke tangki penyimpanan (T-04). Dan hasil bawah yaitu TDB sebagai hasil samping pada suhu 629,2 K tekanan 1,1 atm, dipanaskan kembali dalam *reboiler* (RB-03). Uap yang terbentuk dikembalikan ke MD-04, sedangkan fase cair didinginkan dengan HE-03 untuk dikirim ke tangki penyimpan (T-05)

II.3. Diagram Alir

II.3.1. Diagram Alir Kualitatif

II.3.2. Diagram Alir Kuantitatif

II.3.3. Diagram Alir Proses

Ketiga diagram alir di atas dapat dilihat pada halaman lain

BAB III.

SPESIFIKASI ALAT PROSES

1. MIXER

Kode : M-01

Tugas : Mencampur benzene segar, benzene *recycle* dengan dodeken yang akan menuju ke reaktor

Jenis : Tangki silinder tegak berpengaduk

Spesifikasi:

1. Kondisi operasi

- a. Tekanan : 1atm
- b. Temperatur : 42,5 °C

2. Dimensi

A. Kolom

- a. Diameter : 0,976 m
- b. Tinggi : 1,952 m
- c. Tebal : 0,25 in

B. Head dan bottom

- a. Tinggi : 0,386 m
- b. Tebal : 0,25 in
- c. Jenis : Torispherical dished head

C. Pengaduk

- a. Jenis : turbine dengan 6 blade
- b. Jumlah : 2 buah
- c. Diameter : 64
- d. Kecepatan putar : 132 rpm
- e. Motor : 8 hp

Bahan : Carbon steel SA 283 grade C

Daya : 3 HP

Jumlah : 1 buah

Harga : \$. 7000

2. REAKTOR

Kode : R-01

Tugas : Mereaksikan benzene segar, benzene *recycle* dan dodeken dengan katalis HF

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)

Spesifikasi:

1. Kondisi operasi

- a. Tekanan : 1 atm
- b. Temperatur : 50 °C
- c. Waktu tinggal : 13,3 menit

2. Dimensi

A. Kolom

- a. Diameter : 1,593 m
- b. Tinggi : 3,186 m

c. Tebal : 0,1875 in

B. Head dan bottom

a. Tinggi : 0,3145 m

b. Tebal : 0,25 in

c. Jenis : Torispherical dished head

C. Pendingin

a. Jenis : jaket

b. Bahan : Carbon Steel 283 Grade C

c. Lebar jaket : 20,5622 cm

d. Media : air

D. Pengaduk

a. Jenis : turbine dengan 6 blade 4 baffle

b. Jumlah : 2 buah

c. Diameter : 0,5229 m

d. Kecepatan putar : 163,719 rpm

e. Motor : 5 hp

E. Baffle

a. Jumlah : 4 buah

b. Lebar : 0,15689 m

Bahan : Stainless steel SA 316

Jumlah : 1 buah

Harga : \$. 60.000

3. SETTLER (S)

Kode : S-01

Tugas : Memisahkan katalis HF dari produk reaktor berdasarkan berat jenis

Jenis : Tangki silinder tegak horizontal

Spesifikasi:

1. Kondisi operasi

a. Tekanan : 1 atm

b. Temperatur : 50 °C

8. Dimensi

A. Kolom

a. Diameter : 1,838m

b. Panjang : 5,515 m

c. Tebal : 0,1875 in

B. Head dan bottom

a. Tinggi : 0,423 m

b. Tebal : 0,25 in

c. Jenis : Torispherical dished head

Bahan : *Stainless steel SA 316*

Harga : \$. 2000

4. STRIPPING DISTILLATION WITH OPENING STEAM

Kode : MD-01

Tugas : Memisahkan katalis HF dari komponen organik lain

Jenis : Silinder tegak dengan bahan isian

Spesifikasi:

1. Kondisi operasi

Tekanan : 1 atm

2. Dimensi

Kolom

❖ Diameter : 0,687 m

❖ Tinggi : 19,279 m

❖ Tebal : 0,1875 in

Head dan bottom

d. Tebal : 0,1875 in

e. Jenis : Torispherical dished head

3. Pelucut

a. Media : uap jenuh

b. Kondisi : 1,96 atm , 396 K

4. Bahan Isian

a. Bahan : keramik

b. Jenis : raschig rings

c. Ukuran : 1,5 inci

d. Tinggi : 18,879 m

Bahan : Stainless steel SA 316

Harga : \$. 7000

5 .DECANTER

Kode : DC-01

Tugas : Memisahkan katalis HF dari H₂O berdasarkan berat jenis

Jenis : Tangki silinder tegak horizontal

Spesifikasi:

1. Kondisi operasi

a. Tekanan : 1 atm

b. Temperatur : 50 °C

2 Dimensi

A. Kolom

a. Diameter : 0,2332 m

b. Panjang : 0,6997 m

c. Tebal : 0,1875 in

B. Head dan bottom

Tinggi : 0,0918 m

Tebal : 0,25 in

Jenis : Torispherical dished head

Bahan : *Stainless steel SA 316*

Harga : \$. 1000

6. Kolom Benzene

Kode : MD-02

Fungsi : Untuk memisahkan benzen dari produk utama

Tipe : Menara destilasi dengan plate

Spesifikasi :

1. Kondisi operasi :

Tekanan = 1 atm

2. Dimensi Kolom

a. Diameter = 1,6446 m

b. Tinggi = 20,4314 m

c. Tebal bag. atas = 0,1875 in

d. Tebal bag. bwh = 0,1875 in

e. Bahan = *Carbon Steel 283 Grade C*

3. Head

a. Tipe = *Torispherical head*

b. Tebal bag. atas = 0,3125 in

c. Tinggi bag. atas = 12,9606 in

d. Tebal bag. bwh = 0,3125 in

e. Tinggi bag. bwh = 13,0615 in

f. Material = *Carbon Steel 283 Grade C*

4. Isolasi

a. Tebal isolasi = 18,684 cm

b. Material = Asbestos

5. Plate

a. Tipe = Sieve tray

b. Jumlah plate = 22 (selain reboiler)

c. Plate spacing = 0,5 m

d. Feed plate = Plate ke-14

e. Material = *Stainless Steel SS304*

7. Kolom Parafin

Kode : MD-03

Fungsi : Untuk memisahkan parafin dari produk utama

Tipe : Menara destilasi dengan plate

Spesifikasi :

1. Kondisi operasi :

Tekanan = 1 atm

2. Dimensi Kolom

- a. Diameter = 0,93 m
- b. Tinggi = 25,3 m
- c. Tebal bag. atas = 0,1875 in
- d. Tebal bag. bwh = 0,1875 in
- e. Bahan = *Carbon Steel 283 Grade C*

3. Head

- a. Tipe = Torispherical
- b. Tebal bag. atas = 0,25 in
- c. Tinggi bag. atas = 0,17 m
- d. Tebal bag. bwh = 0,25 in
- e. Tinggi bag. bwh = 0,19 m
- f. Material = *Carbon Steel 283 Grade C*

4. Isolasi

- a. Tebal isolasi feed plate keatas = 18,96 cm
- b. Tebal isolasi feed plate kebwh = 29,34 cm
- c. Material = Asbestos

5. Plate

- a. Tipe = Sieve
- b. Jumlah plate = 38 (selain reboiler)
- c. Plate spacing = 0,5 m
- d. Feed plate = 2
- e. Material = *Stainless Steel SS304*

8. Kolom Deterjen

Kode : MD-04

Fungsi : Untuk memisahkan produk utama dari produk samping

Tipe : Menara destilasi dengan plate

Spesifikasi :

1. Kondisi operasi :

Tekanan = 1 atm

2. Dimensi Kolom

- a. Diameter = 2,11 m
- b. Tinggi = 30,7 m
- c. Tebal bag. atas = 0,1875 in
- d. Tebal bag. bwh = 0,1875 in
- e. Bahan = *Carbon Steel 283 Grade C*

3. Head

- a. Tipe = Torispherical
- b. Tebal bag. atas = 0,375 in
- c. Tinggi bag. atas = 0,36 m
- d. Tebal bag. bwh = 0,375 in

e. Tinggi bag.bwh = 0,37 m

f. Material = Carbon Steel 283 Grade C

4. Isolasi

a. Tebal isolasi feed plate keatas = 28,63 cm

b. Tebal isolasi feed plate kebwh = 42,37 cm

c. Material = Asbestos

5. Plate

a. Tipe = Sieve tray

b. Jumlah plate = 65 (selain reboiler)

c. Plate spacing = 0,5 m

d. Feed plate = 11

e. Material = Stainless Steel SS304

9. TANGKI PENYIMPAN BENZENE (T-01)

Tugas : Menyimpan benzene sebanyak 2593817,705 kg untuk
 kebutuhan selama 7 hari operasi

Jenis : Tangki silinder tegak, dasar datar, atap kerucut

Kondisi : 30 °C, 1 atm

Spesifikasi :

A. Kolom

Diameter : 22,54 m

Tinggi : 5,486 m

Tebal :

courses	ketinggian, ft	tebal plat, in
1	6	0,4375
2	12	0,3750

3	18	0,250
---	----	-------

B. Head

Tebal : 2,54 cm

Tinggi : 4,263 m

Jumlah : 1 buah

Bahan : Carbon steel SA 283 grade C

Harga : \$ 230.000

10. TANGKI PENYIMPAN DODEKEN (T-02)

Tugas : Menyimpan dodeken sebanyak 698651,7 kg untuk kebutuhan selama 7 hari operasi

Jenis : Tangki silinder tegak, dasar datar, atap kerucut

Kondisi : 30 °C, 1 atm

Spesifikasi:

A. Kolom

Diameter : 15,24 m

Tinggi : 5,490 m

Tebal :

courses	ketinggian, ft	tebal plat, in
1	6	0,3125
2	12	0,25
3	18	0,1875

B. Head

Tebal : 1,75 cm

Tinggi : 4 m
 Jumlah : 1 buah
 Bahan : Karbon Steel 283 grade C
 Harga : \$ 400.000

11. TANGKI PENYIMPAN KATALIS HF (T-03)

Tugas : Menyimpan HF sebanyak 5272983,2 kg untuk kebutuhan selama 7 hari operasi
 Jenis : Tangki silinder tegak, dasar datar, atap kerucut
 Kondisi : 30 °C, 1 atm

Spesifikasi:

A. Kolom

Diameter : 27,43 m
 Tinggi : 10,67 m
 Tebal :

courses	ketinggian, ft	tebal plat, in
1	6	0,8125
2	12	0,6875
3	18	0,6250
4	24	0,5000
5	30	0,3750
6	36	0,2500

B. Head

Tebal : 2,54 cm
 Tinggi : 3,52 m
 Jumlah : 1 buah
 Bahan : Stainlesssteel SA316

Harga : \$ 400.000

12. TANGKI PENYIMPAN PRODUK UTAMA (T-04)

Tugas : Menyimpan dodekilbenzen sebanyak 972.401,2203 kg untuk
 kebutuhan selama 7 hari

Jenis : Tangki silinder tegak, dasar datar, atap kerucut

Kondisi : 30 °C, 1 atm

Spesifikasi:

A. Kolom

Diameter : 12,19 m

Tinggi : 10,97 m

Tebal :

courses	ketinggian, ft	tebal plat, in
1	6	0,4375
2	12	0,3750
3	18	0,3125
4	24	0,3125
5	30	0,2500
6	36	0,1875

C. Head

Tebal : 1,43 cm

Tinggi : 2,44 m

Jumlah : 1 buah

Bahan : Karbon Steel 283 grade C

Harga : \$ 400.000

13. TANGKI PENYIMPAN PRODUK SAMPING (T-05)

Tugas : Menyimpan tetradekilbenzen sebanyak 18554,575 kg untuk

kebutuhan selama 7 hari

Jenis : Tangki silinder tegak, dasar datar, atap kerucut

Kondisi : 30 °C, 1 atm

Spesifikasi:

A. Kolom

Diameter : 3,05 m

Tinggi : 3,66 m

Tebal :

courses	ketinggian, ft	tebal plat, in
1	6	0,1875
2	12	0,1875

B. Head

Tebal : 0,64 cm

Tinggi : 0,57 m

Jumlah : 1 buah

Bahan : Karbon Steel 283 grade C

Harga : \$ 170.000

14. Heat Exchanger-01

Kode : HE-01

Fungsi : Memanaskan cairan hasil bawah stripper menuju KB

Tipe : Double pipe

Spesifikasi

> Duty = 286919,952

> Luas transfer panas = 2,845

Luas total	=	3,9231	
> Hairpin	=	2 1/2 - 1 1/4 in hairpin	SN 40
> Jumlah hairpin	=	4	seri/paralel
> Panjang	=	12	ft
> Pipe luar			
- Fluida	=	hasil bawah MD-01	
- Tekanan	=	1	atm
- Suhu	=	78,25 - 84,77	°C
- Kapasitas	=	19609,11	kg/jam (per 1 HE)
- Material	=	Carbon steel SA285	grade C
> Pipa dalam			
- Fluida	=	air laut	
- Suhu	=	25 - 40	°C
- Kapasitas	=	295,7023	kg/jam (per 1 HE)
- Material	=	Stainless Steel	SS304

15. Heat Exchanger-02

Kode : HE-02

Fungsi : Mendinginkan hasil atas Kolom Deterjen untuk ditampung

Tipe : Shell and Tube

Spesifikasi

> Duty	=	7352537	kJ/jam
> Luas transfer panas	=	433,831	ft ²
> Tube side			
- Fluida	=	air laut	
- Tekanan	=	14,7	Psi
- Suhu	=	25 - 40	°C (konstan)
- Kapasitas	=	87927,980	kg/jam

- OD tube	=	1	in
- BWG	=	10	
- Susunan	=	Triangular pitch	
- PT	=	1,25	in
- Panjang	=	24	ft
- Jumlah	=	76	buah
- Passes	=	2	
- Material	=	<i>Stainless Steel SS304</i>	
> Shell side			
- Fluida	=	hasil atas Kolom Benzene	
- Tekanan	=	1	atm
- Suhu	=	326,76 - 30	°C
- Kapasitas	=	5788,103	kg/jam
- ID shell	=	15,25	in
- Jarak baffle	=	15,25	in
- Passes	=	1	
- Material	=	<i>Carbon Steel 283 Grade C</i>	
- Jumlah	=	3	buah

16. Heat Exchanger-03

Kode : HE-03

Fungsi : Mendinginkan cairan hasil bawah KD untuk ditampung

Tipe : Double pipe

Jumlah paralel = 2 buah

Spesifikasi

> Duty = 80037,05 kJ/jam

> Luas transfer panas =	2,84	ft ²
Luas total =	5,68	ft ²
> Hairpin=	2 1/2 - 1 1/4 in hairpin SN 40	
> Jumlah hairpin =	4	seri/paralel
> Panjang =	12	ft
> Pipe luar		
- Fluida =	hasil bawah KD	
- Tekanan =	1,12	atm
- Suhu =	356,2 - 30	°C
- Kapasitas =	110,4439	kg/jam (per 1 HE)
- Material =	<i>Carbon steel SA285 grade C</i>	
> Pipa dalam		
- Fluida =	air laut	
- Suhu =	25 - 40	°C
- Kapasitas =	1274,374	kg/jam (per 1 HE)
- Material =	<i>Stainless Steel SS304</i>	
Jumlah =	3 buah	

17. Kondenser - 01

Kode : CD-01

Fungsi : Mengkondensasikan hasil atas Kolom Benzene , KB

Tipe : Shell and Tube Exchanger

Spesifikasi

> Duty =	1955606,0918	kJ/jam
> Luas transfer panas =	325,1999	ft ²
> Tube side		
- Fluida =	air laut	
- Suhu =	30 - 45	°C

- Kapasitas	=	23281	kg/jam
- OD tube	=	1	in
- BWG	=	14	
- Susunan	=	Triangular pitch	
- PT	=	1,25	in
- Panjang	=	16	ft
- Jumlah	=	80	buah
- Passes	=	4	
- Material	=	<i>Stainless steel SS304</i>	
> Shell side			
- Fluida	=	overhead KB	
- Tekanan	=	1	atm
- Suhu	=	80,39	°C
- Kapasitas	=	14193,38	kg/jam
- ID shell	=	15,25	in
- Jarak baffle	=	15,25	in
- Passes	=	4	
- Material	=	<i>Carbon steel SA283 grade C</i>	

18. Kondenser - 02

Kode : CD-02

Fungsi : Mengkondensasikan hasil atas Kolom Parafin

Tipe : Double pipe

Jumlah paralel = 2 buah

Spesifikasi

> Duty = 623618,1 kJ/jam

> Luas transfer panas =	141,233	ft ²
Luas total =	282,466	ft ²
> Hairpin =	2 1/2 - 1 1/4 in hairpin SN 40	
> Jumlah hairpin =	4 seri/paralel	
> Panjang =	12 ft	
> Pipe luar		
- Fluida =	Overhead stripper C-01	
- Tekanan =	1 atm	
- Suhu =	65,41 °C	
- Kapasitas =	925,82 kg/jam (per 1 HE)	
- Material =	<i>Stainless steel SS304</i>	
> Pipa dalam		
- Fluida =	air laut	
- Suhu =	30 - 45 °C	
- Kapasitas =	7424,000 kg/jam (per 1 HE)	
- Material =	<i>Stainless steel SS304</i>	

19. Kondenser - 03

Kode : CD-03

Fungsi : Mengkondensasikan hasil atas Kolom Deterjen

Tipe : Shell and Tube Exchanger

Spesifikasi

> Duty =	14298088	kJ/jam
> Luas transfer panas =	337,5672	ft ²
> Tube side		
- Fluida =	air laut	

- Suhu	=	30 - 45	°C
- Kapasitas	=	170904,8	kg/jam
- OD tube	=	1,25	in
- BWG	=	14	
- Susunan	=	Triangular pitch	
- PT	=	0,3125	in
- Panjang	=	12	ft
- Jumlah	=	86	buah
- Passes	=	2	
- Material	=	<i>Stainless steel SS304</i>	
> Shell side			
- Fluida	=	overhead KD	
- Tekanan	=	1	atm
- Suhu	=	326,76	°C
- Kapasitas	=	22285,6	kg/jam
- ID shell	=	21,25	in
- Jarak baffle	=	21,25	in
- Passes	=	1	
- Material	=	<i>Carbon steel SA285 grade C</i>	

20. Kondenser - 04

Kode : CD-04

Fungsi : Mengkondensasikan dan mendinginkan hasil atas stripper

Tipe : Shell and Tube Exchanger

Spesifikasi :

> Duty = 1935989,0000 kJ/jam

> Luas transfer panas =	206,094	ft ²
> Tube side		
- Fluida =		air laut
- Suhu =		30 - 45 °C
- Kapasitas =		23152,22 kg/jam
- OD tube =		0,75 in
- BWG =		10
- Susunan =		Triangular pitch
- PT =		1 in
- Panjang =		24 ft
- Jumlah =		36 buah
- Passes =		6
- Material =		<i>Stainless steel SS304</i>
> Shell side		
- Fluida =		overhead stripper
- Tekanan =		1 atm
- Suhu =		100 - 50 °C
- Kapasitas =		2719,425 kg/jam
- ID shell =		10 in
- Jarak baffle =		10 in
- Passes =		6
- Material =		<i>Carbon steel SA283 grade C</i>

21. Accumulator - 01

Kode : ACC-01

Fungsi : untuk menampung distilat setelah keluar dari CD-01

Tipe : Horizontal drum

Spesifikasi

> Kondisi operasi :

- Tekanan = 1 atm
- Suhu = 80,39 °C

> Kapasitas = 473,5 gal

> Drum / Shell

- Diametar = 0,8815 m
- Panjang = 3,526 m
- Tebal = 0,1875 m
- Material = *Carbon Steel SA285 grade C*

> Head

- Tebal = 0,1875 in
- Tinggi = 8,0052 in
- Material = *Carbon Steel SA 285 grade C*

22. Accumulator - 02

Kode : ACC-02

Fungsi : untuk menampung distilat setelah keluar dari CD-02

Tipe : Horizontal drum

Spesifikasi

> Kondisi operasi :

- Tekanan = 0,984 atm
- Suhu = 214,29 °C

> Kapasitas = 6,38 gal

> Drum / Shell

- Diametar = 0,386 m
- Panjang = 1,544 m
- Tebal = 0,125 in

- Material = Carbon steel 283 grade C

> Head

- Tebal = 0,1875 in

- Tinggi = 4,8406 in

- Material = Carbon Steel 283 grade C

23. Accumulator - 03

Kode : ACC - 03

Fungsi : untuk menampung distilat setelah keluar dari CD-03

Tipe : Horizontal drum

Spesifikasi

> Kondisi operasi :

- Tekanan = 1 atm

- Suhu = 326,85 °C

> Kapasitas = 150,83 gal

> Drum / Shell

- Diameter = 0,5665 m

- Panjang = 2,266 m

- Tebal = 0,1875 in

- Material = Carbon Steel 283 grade C

> Head

- Tebal = 0,25 in

- Tinggi = 7,939 in

- Material = Carbon Steel 283 grade C

24. Reboiler- 01

Kode : RB-01

Fungsi : Menguapkan sebagian hasil bawah Kolom Benzen, KB

Tipe : Kettle reboiler

Spesifikasi

- > Duty = 21124387,73 kJ/jam
- > Luas transfer panas = 3110,18 ft²
- > Tube side
 - Fluida = Saturated steam
 - Tekanan = 70 Psi
 - Suhu = 420 °C (konstan)
 - Kapasitas = 19518,6 kg/jam
 - OD tube = 1 in
 - BWG = 14
 - Susunan = Triangular pitch
 - PT = 1,25 in
 - Panjang = 24 ft
 - Jumlah = 518 buah
 - Passes = 1
 - Material = *Stainless steel SS304*
- > Shell side
 - Fluida = Hasil bawah Kolom benzen
 - Tekanan = 1 atm
 - Suhu = 313,43 °C (konstan)
 - Kapasitas = 26,6454 kg/jam
 - ID shell = 35 in
 - Jarak baffle = 35 in
 - Passes = 2
 - Material = *Stainless steel SS304*

25. Reboiler- 02

Kode : RB-02

Fungsi : Menguapkan sebagian hasil bawah KP

Tipe : Kettle reboiler

Spesifikasi

> Duty = 1611,28 kJ/jam

> Luas transfer panas = 14,402 ft²

> Tube side

- Fluida = Saturated steam

- Tekanan = 70 Psi

- Suhu = 420 °C (konstan)

- Kapasitas = 0,5319 kg/jam

- OD tube = 0,75 in

- BWG = 14

- Susunan = Triangular pitch

- PT = 1 in

- Panjang = 8 ft

- Jumlah = 20 buah

- Passes = 1

- Material = *Stainless steel SS304*

> Shell side

- Fluida = Hasil bawah KP

- Tekanan = 1,1 atm

- Suhu = 332,69 °C

- Kapasitas = 23,378 kg/jam

- ID shell = 8 in

- Jarak baffle = 8 in

- Passes = 6

- Material = *Stainless steel SS304*

26. Reboiler- 03

Kode : RB-03

Fungsi : Menguapkan sebagian hasil bawah Kolom Deterjen

Tipe : Kettle reboiler

Spesifikasi

> Duty = 16902747,20 kJ/jam

> Luas transfer panas = 1153,79 ft²

> Tube side

- Fluida = Saturated steam

- Tekanan = 70 psi

- Suhu = 420 °C (konstan)

- Kapasitas = 4995,6 kg/jam

- OD tube = 1 in

- BWG = 14

- Susunan = Triangular pitch

- PT = 1,25 in

- Panjang = 24 ft

- Jumlah = 184 buah

- Passes = 6

- Material = *Stainless steel SS304*

> Shell side

- Fluida = Hasil bawah KD

- Tekanan = 1,2 atm

- Suhu = 356,2 °C

- Kapasitas = 184,654 kg/jam

- ID shell = 23,25 in

- Jarak baffle = 23,25 in

- Passes = 1

- Material = *Stainless steel SS304*

27 Pompa-01

Kode : P - 01

Tugas : Memompakan larutan benzene segar dari T-01 ke mixer

Tipe : Single Stage Centrifugal Pump

Jumlah : 1 buah

Kapasitas	=	94,057	gpm
Power pompa	=	0,33	HP
Power motor	=	0,5	HP
Efisiensi pompa	=	35	%
Efisiensi motor	=	80	%
Bahan konstruksi	=	Carbon Steel SA283 grade C	
Pipa : Nominal	=	3	in
SN	=	40	
ID pipa	=	3,1	in
OD pipa	=	3,5	in
A inside	=	0,0513	ft ²

28 Pompa-02

Kode : P - 02

Tugas : Memompakan dodeken segar dari T-02 ke mixer

Tipe : Single Stage Centrifugal Pump

Jumlah : 1 buah

Kapasitas	=	28,9	gpm
Power pompa	=	0,5	HP
Power motor	=	1	HP

Efisiensi pompa =	19	%
Efisiensi motor =	80	%
Bahan konstruksi =	Carbon Steel SA283 grade C	
Pipa : Nominal =	1,5	in
SN =	40	
ID pipa =	1,61	in
OD pipa =	1,9	in
A inside =	0,0141	ft ²

29. Pompa-03

Kode : P - 03

Fungsi : Memompa katalis HF dari T-03 ke reaktor

Tipe : Single Stage Centrifugal Pump

Jumlah : 1 buah

Kapasitas =	5,788	gpm
Power pompa =	0,3	HP
Power motor =	0,5	HP
Efisiensi pompa =	20	%
Efisiensi motor =	80	%
Bahan konstruksi =	Carbon Steel SA285 grade C	
Pipa : Nominal =	1	in
SN =	80	
ID pipa =	0,947	in
OD pipa =	1,315	in
A inside =	0,005	ft ²

30. Pompa - 04

Kode : P - 04

Tugas : Memompakan HF hasil atas stripper untuk dikembalikan
 ke reaktor

Tipe : Single Stage Centrifugal Pump

Jumlah : 1 buah

Kapasitas	=	9,041	gpm
Power pompa	=	0,3	HP
Power motor	=	0,5	HP
Efisiensi pompa	=	75	%
Efisiensi motor	=	80	%
Bahan konstruksi	=	Carbon Steel SA285 grade C	
Pipa : Nominal	=	1	in
SN	=	80	
ID pipa	=	0,947	in
OD pipa	=	1,315	in
A inside	=	0,00499	ft ²

31. Pompa - 05

Kode : P - 05

Tugas : Memompakan hasil bawah stripper menuju ke kolom benzen

Tipe : Single Stage Centrifugal Pump

Jumlah : 1 buah

Kapasitas	=	109,516	gpm
Power pompa	=	10	HP
Power motor	=	15	HP

Efisiensi pompa =	75	%
Efisiensi motor =	80	%
Bahan konstruksi =	Carbon Steel SA285 grade C	
Pipa : Nominal =	3,5	in
SN =	80	
ID pipa =	3,364	in
OD pipa =	4	in
A inside =	0,0617	ft ²

32 Pompa - 06

Kode : P - 06

Tugas : Memompakan hasil bawah kolom benzene menuju ke KP

Tipe : Single Stage Centrifugal Pump

Jumlah : 1 buah

Kapasitas =	103,166	gpm
Power pompa =	0,3333	HP
Power motor =	0,5	HP
Efisiensi pompa =	75	%
Efisiensi motor =	80	%
Bahan konstruksi =	Carbon Steel SA285 grade C	
Pipa : Nominal =	3	in
SN =	80	
ID pipa =	2,9	in
OD pipa =	3,5	in
A inside =	0,76	ft ²

33 Pompa - 07

Kode : P - 07

Tugas : Memompakan hasil bawah kolom parafin ke kolom deterjen

Tipe : Single Stage Centrifugal Pump

Jumlah : 1 buah

Kapasitas	=	115,023	gpm
Power pompa	=	0,3	HP
Power motor	=	0,5	HP
Efisiensi pompa	=	65	%
Efisiensi motor	=	80	%
Bahan konstruksi	=	Carbon Steel 283 Grade C	
Pipa : Nominal	=	3	in
SN	=	80	
ID pipa	=	2,9	in
OD pipa	=	3,5	in
A inside	=	0,76	ft ²

34 Pompa-08

Kode : P-08

Tugas : memompa hasil keluaran mixer menuju ke reaktor

Tipe : *Single Stage Centrifugal Pump*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas	=	123,829	gpm
Power pompa	=	0,300	HP
Power motor	=	0,500	HP
Efisiensi pompa	=	75,000	%
Efisiensi motor	=	80,000	%

Bahan konstruksi =	Carbon Steel SA283 grade C
Pipa : Nominal =	3 in
SN =	80
ID pipa =	3,068 in
OD pipa =	3,5 in
A inside =	0,804 ft ²

35 Pompa-09

Kode : P-09

Tugas : Memompa hasil keluaran akumulator-01 untuk dikembalikan ke KB
 dan dikembalikan ke mixer

Tipe : *Single Stage Centrifugal Pump*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas = 710,289 gpm

Power pompa = 0,300 HP

Power motor = 0,500 HP

Efisiensi pompa = 75,000 %

Efisiensi motor = 80,000 %

Bahan konstruksi = Carbon Steel SA283 grade C

Pipa : Nominal = 8 in

SN = 80

ID pipa = 7,625 in

OD pipa = 8,625 in

A inside = 2 ft²

36. Pompa-10

Kode : P-10

Tugas : Memompa hasil keluaran akumulator-02 kembali ke KP

Dan menuju ke Unit PACOL

Tipe : Single Stage Centrifugal Pump

Jumlah : 1 buah

Kapasitas = 7,975 gpm

Power pompa = 0,300 HP

Power motor = 0,500 HP

Efisiensi pompa = 20,000 %

Efisiensi motor = 80,000 %

Bahan konstruksi = Carbon Steel SA283 grade C

Pipa : Nominal = 1 in

SN = 80

ID pipa = 0,957 in

OD pipa = 1,32 in

A inside = 0,25000 ft²

37 Pompa-11

Kode : P-11

Tugas : Memompa hasil keluaran akumulator-03 untuk dikembalikan ke KD

Tipe : Single Stage Centrifugal Pump

Jumlah : 1 buah

Kapasitas = 139,561 gpm

Power pompa = 0,300 HP

Power motor = 0,500 HP

Efisiensi pompa = 20,000 %

Efisiensi motor = 80,000 %

Bahan konstruksi =	Carbon Steel SA283 grade C
Pipa : Nominal =	3 in
SN =	40
ID pipa =	3,068 in
OD pipa =	3,5 in
A inside =	0,804 ft ²

38 Pompa-12

Kode : P-12

Tugas : Memompa hasil bawah keluaran kolom deterjen untuk ditampung

Tipe : Single Stage Centrifugal Pump

Jumlah : 1 buah

Kapasitas = 1,828 gpm

Power pompa = 0,300 HP

Power motor = 0,500 HP

Efisiensi pompa = 65,000 %

Efisiensi motor = 80,000 %

Bahan konstruksi = Carbon Steel SA283 grade C

Pipa : Nominal = 0,5 in

SN = 80

ID pipa = 0,546 in

OD pipa = 0,84 in

A inside = 0,143 ft²



BAB III.
SPESIFIKASI ALAT PROSES

5. MIXER

Kode : M-01

Tugas : Mencampur benzene segar, benzene *recycle* dengan dodeken yang akan menuju ke reaktor

Jenis : Tangki silinder tegak berpengaduk

Spesifikasi:

2. Kondisi operasi

a. Tekanan : 1atm

b. Temperatur : 42,5 °C

2. Dimensi

A. Kolom

- d. Diameter : 0,976 m
- e. Tinggi : 1,952 m
- f. Tebal : 0,25 in

B. Head dan bottom

- a. Tinggi : 0,386 m
- b. Tebal : 0,25 in
- c. Jenis : Torispherical dished head

D. Pengaduk

- c. Jenis : turbine dengan 6 blade
- d. Jumlah : 2 buah
- e. Diameter : 64
- f. Kecepatan putar : 132 rpm
- g. Motor : 8 hp

Bahan : Carbon steel SA 283 grade C

Daya : 3 HP

Jumlah : 1 buah

Harga : \$. 7000

6. REAKTOR

Kode : R-01

Tugas : Mereaksikan benzene segar, benzene *recycle* dan dodeken dengan katalis HF

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)

Spesifikasi:

1. Kondisi operasi

- a. Tekanan : 1 atm
- b. Temperatur : 50 °C
- c. Waktu tinggal : 13,3 menit

2. Dimensi

C. Kolom

- a. Diameter : 1,593 m
- b. Tinggi : 3,186 m
- c. Tebal : 0,1875 in

D. Head dan bottom

- a. Tinggi : 0,3145 m
- b. Tebal : 0,25 in
- c. Jenis : Torispherical dished head

C. Pendingin

- a. Jenis : jaket
- b. Bahan : Carbon Steel 283 Grade C
- c. Lebar jaket : 20,5622 cm
- d. Media : air

D. Pengaduk

- f. Jenis : turbine dengan 6 blade 4 baffle
- g. Jumlah : 2 buah
- h. Diameter : 0,5229 m
- i. Kecepatan putar : 163,719 rpm

j. Motor : 5 hp

F. Baffle

a. Jumlah : 4 buah

b. Lebar : 0,15689 m

Bahan : *Stainless steel SA 316*

Jumlah : 1 buah

Harga : \$. 60.000

7. SETTLER (S)

Kode : S-01

Tugas : Memisahkan katalis HF dari produk reaktor berdasarkan berat jenis

Jenis : Tangki silinder tegak horizontal

Spesifikasi:

1. Kondisi operasi

c. Tekanan : 1 atm

d. Temperatur : 50 °C

8. Dimensi

A. *Kolom*

a. Diameter : 1,838m

b. Panjang : 5,515 m

c. Tebal : 0,1875 in

B. Head dan bottom

- a. Tinggi : 0,423 m
- b. Tebal : 0,25 in
- c. Jenis : Torispherical dished head

Bahan : *Stainless steel SA 316*

Harga : \$. 2000

8. STRIPPING DISTILLATION WITH OPENING STEAM

Kode : MD-01

Tugas : Memisahkan katalis HF dari komponen organik lain

Jenis : Silinder tegak dengan bahan isian

Spesifikasi:

1. Kondisi operasi

Tekanan : 1 atm

2. Dimensi

Kolom

- ❖ Diameter : 0,687 m
- ❖ Tinggi : 19,279 m
- ❖ Tebal : 0,1875 in

Head dan bottom

- d. Tebal : 0,1875 in
- e. Jenis : Torispherical dished head

4. Pelucut

- a. Media : uap jenuh

b. Kondisi : 1,96 atm , 396 K

4. Bahan Isian

- a. Bahan : keramik
- b. Jenis : raschig rings
- c. Ukuran : 1,5 inci
- d. Tinggi : 18,879 m

Bahan : Stainless steel SA 316

Harga : \$. 7000

5 .DECANTER

Kode : DC-01

Tugas : Memisahkan katalis HF dari H₂O berdasarkan berat jenis

Jenis : Tangki silinder tegak horizontal

Spesifikasi:

1. Kondisi operasi

- c. Tekanan : 1 atm
- d. Temperatur : 50 °C

2 Dimensi

A. Kolom

- a. Diameter : 0,2332 m
- b. Panjang : 0,6997 m
- c. Tebal : 0,1875 in

B. Head dan bottom

Tinggi	: 0,0918 m
Tebal	: 0,25 in
Jenis	: Torispherical dished head
Bahan	: <i>Stainless steel SA 316</i>
Harga	: \$. 1000

6. Kolom Benzene

Kode : MD-02

Fungsi : Untuk memisahkan benzen dari produk utama

Tipe : Menara destilasi dengan plate

Spesifikasi :

1. Kondisi operasi :

Tekanan = 1 atm

2. Dimensi Kolom

a. Diameter = 1,6446 m

b. Tinggi = 20,4314 m

c. Tebal bag. atas = 0,1875 in

d. Tebal bag. bwh = 0,1875 in

e. Bahan = *Carbon Steel 283 Grade C*

3. Head

a. Tipe = *Torispherical head*

b. Tebal bag. atas = 0,3125 in

c. Tinggi bag. atas = 12,9606 in

d. Tebal bag. bwh = 0,3125 in

e. Tinggi bag. bwh = 13,0615 in

f. Material = *Carbon Steel 283 Grade C*

4. Isolasi

a. Tebal isolasi = 18,684 cm

b. Material = Asbestos

5. Plate

a. Tipe = Sieve tray

b. Jumlah plate = 22 (selain reboiler)

c. Plate spacing = 0,5 m

d. Feed plate = Plate ke-14

e. Material = *Stainless Steel SS304*

7. Kolom Parafin

Kode : MD-03

Fungsi : Untuk memisahkan parafin dari produk utama

Tipe : Menara destilasi dengan plate

Spesifikasi :

1. Kondisi operasi :

Tekanan = 1 atm

2. Dimensi Kolom

a. Diameter = 0,93 m

b. Tinggi = 25,3 m

c. Tebal bag. atas = 0,1875 in

d. Tebal bag. bwh = 0,1875 in

e. Bahan = *Carbon Steel 283 Grade C*

3. Head

a. Tipe = Torispherical

b. Tebal bag. atas = 0,25 in

- c. Tinggi bag. atas = 0,17 m
 d. Tebal bag. bwh = 0,25 in
 e. Tinggi bag. bwh = 0,19 m
 f. Material = *Carbon Steel 283 Grade C*

4. Isolasi

- a. Tebal isolasi feed plate keatas = 18,96 cm
 b. Tebal isolasi feed plate kebwh = 29,34 cm
 c. Material = Asbestos

5. Plate

- a. Tipe = Sieve
 b. Jumlah plate = 38 (selain reboiler)
 c. Plate spacing = 0,5 m
 d. Feed plate = 2
 e. Material = *Stainless Steel SS304*

8. Kolom Deterjen

Kode : MD-04

Fungsi : Untuk memisahkan produk utama dari produk samping

Tipe : Menara destilasi dengan plate

Spesifikasi :

1. Kondisi operasi :

Tekanan = 1 atm

2. Dimensi Kolom

- a. Diameter = 2,11 m
 b. Tinggi = 30,7 m

- c. Tebal bag. atas = 0,1875 in
 d. Tebal bag. bwh = 0,1875 in
 e. Bahan = *Carbon Steel 283 Grade C*

3. Head

- a. Tipe = Torispherical
 b. Tebal bag. atas = 0,375 in
 c. Tinggi bag. atas = 0,36 m
 d. Tebal bag. bwh = 0,375 in
 e. Tinggi bag. bwh = 0,37 m
 f. Material = *Carbon Steel 283 Grade C*

4. Isolasi

- a. Tebal isolasi feed plate keatas = 28,63 cm
 b. Tebal isolasi feed plate kebwh = 42,37 cm
 c. Material = Asbestos

5. Plate

- a. Tipe = Sieve tray
 b. Jumlah plate = 65 (selain reboiler)
 c. Plate spacing = 0,5 m
 d. Feed plate = 11
 e. Material = *Stainless Steel SS304*

14. TANGKI PENYIMPAN BENZENE (T-01)

- Tugas : Menyimpan benzene sebanyak 2593817,705 kg untuk
 kebutuhan selama 7 hari operasi
 Jenis : Tangki silinder tegak, dasar datar, atap kerucut
 Kondisi : 30 °C, 1 atm

Spesifikasi :

A. Kolom

Diameter : 22,54 m

Tinggi : 5,486 m

Tebal :

courses	ketinggian, ft	tebal plat, in
1	6	0,4375
2	12	0,3750
3	18	0,250

B. Head

Tebal : 2,54 cm

Tinggi : 4,263 m

Jumlah : 1 buah

Bahan : Carbon steel SA 283 grade C

Harga : \$ 230.000

15. TANGKI PENYIMPAN DODEKEN (T-02)

Tugas : Menyimpan dodeken sebanyak 698651,7 kg untuk kebutuhan selama 7 hari operasi

Jenis : Tangki silinder tegak, dasar datar, atap kerucut

Kondisi : 30 °C, 1 atm

Spesifikasi:

A. Kolom

Diameter : 15,24 m

Tinggi : 5,490 m

Tebal :

courses	ketinggian, ft	tebal plat, in
1	6	0,3125
2	12	0,25
3	18	0,1875

B. Head

Tebal : 1,75 cm

Tinggi : 4 m

Jumlah : 1 buah

Bahan : Karbon Steel 283 grade C

Harga : \$ 400.000

16. TANGKI PENYIMPAN KATALIS HF (T-03)

Tugas : Menyimpan HF sebanyak 5272983,2 kg untuk kebutuhan selama 7 hari operasi

Jenis : Tangki silinder tegak, dasar datar, atap kerucut

Kondisi : 30 °C, 1 atm

Spesifikasi:

A. Kolom

Diameter : 27,43 m

Tinggi : 10,67 m

Tebal :

courses	ketinggian, ft	tebal plat, in
1	6	0,8125

2	12	0,6875
3	18	0,6250
4	24	0,5000
5	30	0,3750
6	36	0,2500

B. Head

Tebal : 2,54 cm

Tinggi : 3,52 m

Jumlah : 1 buah

Bahan : Stainlesssteel SA316

Harga : \$ 400.000

17. TANGKI PENYIMPAN PRODUK UTAMA (T-04)

Tugas : Menyimpan dodekilbenzen sebanyak 972.401,2203 kg untuk
 kebutuhan selama 7 hari

Jenis : Tangki silinder tegak, dasar datar, atap kerucut

Kondisi : 30 °C, 1 atm

Spesifikasi:

A. Kolom

Diameter : 12,19 m

Tinggi : 10,97 m

Tebal :

courses	ketinggian, ft	tebal plat, in
1	6	0,4375
2	12	0,3750
3	18	0,3125
4	24	0,3125
5	30	0,2500
6	36	0,1875

C. Head

Tebal : 1,43 cm
 Tinggi : 2,44 m
 Jumlah : 1 buah
 Bahan : Karbon Steel 283 grade C
 Harga : \$ 400.000

18. TANGKI PENYIMPAN PRODUK SAMPING (T-05)

Tugas : Menyimpan tetradekilbenzen sebanyak 18554,575 kg untuk
 kebutuhan selama 7 hari

Jenis : Tangki silinder tegak, dasar datar, atap kerucut

Kondisi : 30 °C, 1 atm

Spesifikasi:

A. Kolom

Diameter : 3,05 m

Tinggi : 3,66 m

Tebal :

courses	ketinggian, ft	tebal plat, in
1	6	0,1875
2	12	0,1875

B. Head

Tebal : 0,64 cm

Tinggi : 0,57 m

Jumlah : 1 buah

Bahan : Karbon Steel 283 grade C

Harga : \$ 170.000

14. Heat Exchanger-01

Kode : HE-01

Fungsi : Memanaskan cairan hasil bawah stripper menuju KB

Tipe : Double pipe

Spesifikasi

- > Duty = 286919,952
- > Luas transfer panas = 2,845
- Luas total = 3,9231
- > Hairpin= 2 1/2 - 1 1/4 in hairpin SN 40
- > Jumlah hairpin = 4 seri/paralel
- > Panjang = 12 ft
- > Pipe luar
 - Fluida = hasil bawah MD-01
 - Tekanan = 1 atm
 - Suhu = 78,25 - 84,77 °C
 - Kapasitas = 19609,11 kg/jam (per 1 HE)
 - Material = *Carbon steel SA285 grade C*
- > Pipa dalam
 - Fluida = air laut
 - Suhu = 25 - 40 °C
 - Kapasitas = 295,7023 kg/jam (per 1 HE)
 - Material = *Stainless Steel SS304*

15. Heat Exchanger-02

Kode : HE-02

Fungsi : Mendinginkan hasil atas Kolom Deterjen untuk ditampung

Tipe : Shell and Tube

Spesifikasi

> Duty = 7352537 kJ/jam

> Luas transfer panas = 433,831 ft²

> Tube side

- Fluida = air laut

- Tekanan = 14,7 Psi

- Suhu = 25 - 40 °C (konstan)

- Kapasitas = 87927,980 kg/jam

- OD tube = 1 in

- BWG = 10

- Susunan = Triangular pitch

- PT = 1,25 in

- Panjang = 24 ft

- Jumlah = 76 buah

- Passes = 2

- Material = *Stainless Steel SS304*

> Shell side

- Fluida = hasil atas Kolom Benzene

- Tekanan = 1 atm

- Suhu = 326,76 - 30 °C

- Kapasitas = 5788,103 kg/jam

- ID shell = 15,25 in

- Jarak baffle = 15,25 in

- Passes = 1

- Material = *Carbon Steel 283 Grade C*

- Jumlah = 3 buah

16. Heat Exchanger-03

Kode : HE-03

Fungsi : Mendinginkan cairan hasil bawah KD untuk ditampung

Tipe : Double pipe

Jumlah paralel = 2 buah

Spesifikasi

> Duty = 80037,05 kJ/jam

> Luas transfer panas = 2,84 ft²

Luas total = 5,68 ft²

> Hairpin = 2 1/2 - 1 1/4 in hairpin SN 40

> Jumlah hairpin = 4 seri/paralel

> Panjang = 12 ft

> Pipe luar

- Fluida = hasil bawah KD

- Tekanan = 1,12 atm

- Suhu = 356,2 - 30 °C

- Kapasitas = 110,4439 kg/jam (per 1 HE)

- Material = Carbon steel SA285 grade C

> Pipa dalam

- Fluida = air laut

- Suhu = 25 - 40 °C

- Kapasitas = 1274,374 kg/jam (per 1 HE)

- Material = *Stainless Steel SS304*

Jumlah = 3 buah

17. Kondenser - 01

Kode : CD-01

Fungsi : Mengkondensasikan hasil atas Kolom Benzene , KB

Tipe : Shell and Tube Exchanger

Spesifikasi

> Duty	=	1955606,0918	kJ/jam
> Luas transfer panas	=	325,1999	ft ²
> Tube side			
- Fluida	=		air laut
- Suhu	=	30 - 45	°C
- Kapasitas	=	23281	kg/jam
- OD tube	=	1	in
- BWG	=	14	
- Susunan	=		Triangular pitch
- PT	=	1,25	in
- Panjang	=	16	ft
- Jumlah	=	80	buah
- Passes	=	4	
- Material	=		<i>Stainless steel SS304</i>
> Shell side			
- Fluida	=		overhead KB
- Tekanan	=	1	atm
- Suhu	=	80,39	°C
- Kapasitas	=	14193,38	kg/jam
- ID shell	=	15,25	in
- Jarak baffle	=	15,25	in
- Passes	=	4	

- Material = *Carbon steel SA283 grade C*

18. Kondenser - 02

Kode : CD-02

Fungsi : Mengkondensasikan hasil atas Kolom Parafin

Tipe : Double pipe

Jumlah paralel = 2 buah

Spesifikasi

> Duty = 623618,1 kJ/jam

> Luas transfer panas = 141,233 ft²

Luas total = 282,466 ft²

> Hairpin = 2 1/2 - 1 1/4 in hairpin SN 40

> Jumlah hairpin = 4 seri/paralel

> Panjang = 12 ft

> Pipe luar

- Fluida = Overhead stripper C-01

- Tekanan = 1 atm

- Suhu = 65,41 °C

- Kapasitas = 925,82 kg/jam (per 1 HE)

- Material = *Stainless steel SS304*

> Pipa dalam

- Fluida = air laut

- Suhu = 30 - 45 °C

- Kapasitas = 7424,000 kg/jam (per 1 HE)

- Material = *Stainless steel SS304*

19. Kondenser - 03

Kode : CD-03

Fungsi : Mengkondensasikan hasil atas Kolom Deterjen

Tipe : Shell and Tube Exchanger

Spesifikasi

> Duty	=	14298088	kJ/jam
> Luas transfer panas	=	337,5672	ft ²
> Tube side			
- Fluida	=	air laut	
- Suhu	=	30 - 45	°C
- Kapasitas	=	170904,8	kg/jam
- OD tube	=	1,25	in
- BWG	=	14	
- Susunan	=	Triangular pitch	
- PT	=	0,3125	in
- Panjang	=	12	ft
- Jumlah	=	86	buah
- Passes	=	2	
- Material	=	<i>Stainless steel SS304</i>	
> Shell side			
- Fluida	=	overhead KD	
- Tekanan	=	1	atm
- Suhu	=	326,76	°C
- Kapasitas	=	22285,6	kg/jam
- ID shell	=	21,25	in
- Jarak baffle	=	21,25	in

- Passes = 1
- Material = Carbon steel SA285 grade C

20. Kondenser - 04

Kode : CD-04

Fungsi : Mengkondensasikan dan mendinginkan hasil atas stripper

Tipe : Shell and Tube Exchanger

Spesifikasi :

- > Duty = 1935989,0000 kJ/jam
- > Luas transfer panas = 206,094 ft²
- > Tube side
 - Fluida = air laut
 - Suhu = 30 - 45 °C
 - Kapasitas = 23152,22 kg/jam
 - OD tube = 0,75 in
 - BWG = 10
 - Susunan = Triangular pitch
 - PT = 1 in
 - Panjang = 24 ft
 - Jumlah = 36 buah
 - Passes = 6
 - Material = *Stainless steel SS304*
- > Shell side
 - Fluida = overhead stripper
 - Tekanan = 1 atm
 - Suhu = 100 - 50 °C

- Kapasitas = 2719,425 kg/jam
- ID shell = 10 in
- Jarak baffle = 10 in
- Passes = 6
- Material = Carbon steel SA283 grade C

21. Accumulator - 01

Kode : ACC-01

Fungsi : untuk menampung distilat setelah keluar dari CD-01

Tipe : Horizontal drum

Spesifikasi

> Kondisi operasi :

- Tekanan = 1 atm
- Suhu = 80,39 °C

> Kapasitas = 473,5 gal

> Drum / Shell

- Diameter = 0,8815 m
- Panjang = 3,526 m
- Tebal = 0,1875 m
- Material = Carbon Steel SA285 grade C

> Head

- Tebal = 0,1875 in
- Tinggi = 8,0052 in
- Material = Carbon Steel SA 285 grade C

22. Accumulator - 02

Kode : ACC-02

Fungsi : untuk menampung distilat setelah keluar dari CD-02

Tipe : Horizontal drum

Spesifikasi

> Kondisi operasi :

- Tekanan = 0,984 atm

- Suhu = 214,29 °C

> Kapasitas = 6,38 gal

> Drum / Shell

- Diametar = 0,386 m

- Panjang = 1,544 m

- Tebal = 0,125 in

- Material = Carbon steel 283 grade C

> Head

- Tebal = 0,1875 in

- Tinggi = 4,8406 in

- Material = Carbon Steel 283 grade C

23. Accumulator - 03

Kode : ACC - 03

Fungsi : untuk menampung distilat setelah keluar dari CD-03

Tipe : Horizontal drum

Spesifikasi

> Kondisi operasi :

- Tekanan = 1 atm

- Suhu = 326,85 °C

> Kapasitas = 150,83 gal

> Drum / Shell

- Diametar = 0,5665 m

- Panjang = 2,266 m

- Tebal = 0,1875 in

- Material = Carbon Steel 283 grade C

> Head

- Tebal = 0,25 in

- Tinggi = 7,939 in

- Material = Carbon Steel 283 grade C

24. Reboiler- 01

Kode : RB-01

Fungsi : Menguapkan sebagian hasil bawah Kolom Benzen, KB

Tipe : Kettle reboiler

Spesifikasi

> Duty = 21124387,73 kJ/jam

> Luas transfer panas = 3110,18 ft²

> Tube side

- Fluida = Saturated steam

- Tekanan = 70 Psi

- Suhu = 420 °C (konstan)

- Kapasitas = 19518,6 kg/jam

- OD tube = 1 in

- BWG = 14

- Susunan = Triangular pitch

- PT = 1,25 in

- Panjang = 24 ft

- Jumlah = 518 buah

- Passes = 1

- Material = *Stainless steel SS304*

> Shell side

- Fluida = Hasil bawah Kolom benzen

- Tekanan = 1 atm
- Suhu = 313,43 °C (konstan)
- Kapasitas = 26,6454 kg/jam
- ID shell = 35 in
- Jarak baffle = 35 in
- Passes = 2
- Material = *Stainless steel SS304*

25. Reboiler- 02

Kode : RB-02

Fungsi : Menguapkan sebagian hasil bawah KP

Tipe : Kettle reboiler

Spesifikasi

- > Duty = 1611,28 kJ/jam
- > Luas transfer panas = 14,402 ft²
- > Tube side
 - Fluida = Saturated steam
 - Tekanan = 70 Psi
 - Suhu = 420 °C (konstan)
 - Kapasitas = 0,5319 kg/jam
 - OD tube = 0,75 in
 - BWG = 14
 - Susunan = Triangular pitch
 - PT = 1 in
 - Panjang = 8 ft
 - Jumlah = 20 buah
 - Passes = 1
 - Material = *Stainless steel SS304*

> Shell side

- Fluida = Hasil bawah KP
- Tekanan = 1,1 atm
- Suhu = 332,69 °C
- Kapasitas = 23,378 kg/jam
- ID shell = 8 in
- Jarak baffle = 8 in
- Passes = 6
- Material = *Stainless steel SS304*

26. Reboiler- 03

Kode : RB-03

Fungsi : Menguapkan sebagian hasil bawah Kolom Deterjen

Tipe : Kettle reboiler

Spesifikasi

- > Duty = 16902747,20 kJ/jam
- > Luas transfer panas = 1153,79 ft²

> Tube side

- Fluida = Saturated steam
- Tekanan = 70 psi
- Suhu = 420 °C (konstan)
- Kapasitas = 4995,6 kg/jam
- OD tube = 1 in
- BWG = 14
- Susunan = Triangular pitch
- PT = 1,25 in
- Panjang = 24 ft
- Jumlah = 184 buah
- Passes = 6

- Material = *Stainless steel SS304*

> Shell side

- Fluida = Hasil bawah KD

- Tekanan = 1,2 atm

- Suhu = 356,2 °C

- Kapasitas = 184,654 kg/jam

- ID shell = 23,25 in

- Jarak baffle = 23,25 in

- Passes = 1

- Material = *Stainless steel SS304*

27 Pompa-01

Kode : P - 01

Tugas : Memompakan larutan benzene segar dari T-01 ke mixer

Tipe : Single Stage Centrifugal Pump

Jumlah : 1 buah

Kapasitas = 94,057 gpm

Power pompa = 0,33 HP

Power motor = 0,5 HP

Efisiensi pompa = 35 %

Efisiensi motor = 80 %

Bahan konstruksi = Carbon Steel SA283 grade C

Pipa : Nominal = 3 in

SN = 40

ID pipa = 3,1 in

OD pipa = 3,5 in

A inside = 0,0513 ft²

28 Pompa-02

Kode : P - 02

Tugas : Memompakan dodeken segar dari T-02 ke mixer

Tipe : Single Stage Centrifugal Pump

Jumlah : 1 buah

Kapasitas	=	28,9	gpm
Power pompa	=	0,5	HP
Power motor	=	1	HP
Efisiensi pompa	=	19	%
Efisiensi motor	=	80	%
Bahan konstruksi	=	Carbon Steel SA283 grade C	
Pipa : Nominal	=	1,5	in
SN	=	40	
ID pipa	=	1,61	in
OD pipa	=	1,9	in
A inside	=	0,0141	ft ²

29. Pompa-03

Kode : P - 03

Fungsi : Memompa katalis HF dari T-03 ke reaktor

Tipe : Single Stage Centrifugal Pump

Jumlah : 1 buah

Kapasitas	=	5,788	gpm
Power pompa	=	0,3	HP
Power motor	=	0,5	HP

Efisiensi pompa =	20	%
Efisiensi motor =	80	%
Bahan konstruksi =	Carbon Steel SA285 grade C	
Pipa : Nominal =	1	in
SN =	80	
ID pipa =	0,947	in
OD pipa =	1,315	in
A inside =	0,005	ft ²

30. Pompa - 04

Kode : P - 04

Tugas : Memompakan HF hasil atas stripper untuk dikembalikan
 ke reaktor

Tipe : Single Stage Centrifugal Pump

Jumlah : 1 buah

Kapasitas =	9,041	gpm
Power pompa =	0,3	HP
Power motor =	0,5	HP
Efisiensi pompa =	75	%
Efisiensi motor =	80	%
Bahan konstruksi =	Carbon Steel SA285 grade C	
Pipa : Nominal =	1	in
SN =	80	
ID pipa =	0,947	in
OD pipa =	1,315	in
A inside =	0,00499	ft ²

31. Pompa - 05

Kode : P - 05

Tugas : Memompakan hasil bawah stripper menuju ke kolom benzen

Tipe : Single Stage Centrifugal Pump

Jumlah : 1 buah

Kapasitas	=	109,516	gpm
Power pompa	=	10	HP
Power motor	=	15	HP
Efisiensi pompa	=	75	%
Efisiensi motor	=	80	%
Bahan konstruksi	=	Carbon Steel SA285 grade C	
Pipa : Nominal	=	3,5	in
SN	=	80	
ID pipa	=	3,364	in
OD pipa	=	4	in
A inside	=	0,0617	ft ²

32 Pompa - 06

Kode : P - 06

Tugas : Memompakan hasil bawah kolom benzene menuju ke KP

Tipe : Single Stage Centrifugal Pump

Jumlah : 1 buah

Kapasitas	=	103,166	gpm
Power pompa	=	0,3333	HP
Power motor	=	0,5	HP

Efisiensi pompa =	75	%
Efisiensi motor =	80	%
Bahan konstruksi =	Carbon Steel SA285 grade C	
Pipa : Nominal =	3	in
SN =	80	
ID pipa =	2,9	in
OD pipa =	3,5	in
A inside =	0,76	ft ²

33 Pompa - 07

Kode : P - 07

Tugas : Memompakan hasil bawah kolom parafin ke kolom deterjen

Tipe : Single Stage Centrifugal Pump

Jumlah : 1 buah

Kapasitas =	115,023	gpm
Power pompa =	0,3	HP
Power motor =	0,5	HP
Efisiensi pompa =	65	%
Efisiensi motor =	80	%
Bahan konstruksi =	Carbon Steel 283 Grade C	
Pipa : Nominal =	3	in
SN =	80	
ID pipa =	2,9	in
OD pipa =	3,5	in
A inside =	0,76	ft ²

34 Pompa-08

Kode : P-08

Tugas : memompa hasil keluaran mixer menuju ke reaktor

Tipe : *Single Stage Centrifugal Pump*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas = 123,829 gpm

Power pompa = 0,300 HP

Power motor = 0,500 HP

Efisiensi pompa = 75,000 %

Efisiensi motor = 80,000 %

Bahan konstruksi = Carbon Steel SA283 grade C

Pipa : Nominal = 3 in

SN = 80

ID pipa = 3,068 in

OD pipa = 3,5 in

A inside = 0,804 ft²

35 Pompa-09

Kode : P-09

Tugas : Memompa hasil keluaran akumulator-01 untuk dikembalikan ke KB
 dan dikembalikan ke mixer

Tipe : *Single Stage Centrifugal Pump*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas = 710,289 gpm

Power pompa = 0,300 HP

Power motor = 0,500 HP

Efisiensi pompa = 75,000 %

Efisiensi motor =	80,000	%
Bahan konstruksi =	Carbon Steel SA283	grade C
Pipa : Nominal =	8	in
SN =	80	
ID pipa =	7,625	in
OD pipa =	8,625	in
A inside =	2	f ^{t2}

36. Pompa-10

Kode : P-10

Tugas : Memompa hasil keluaran akumulator-02 kembali ke KP
 Dan menuju ke Unit PACOL

Tipe : Single Stage Centrifugal Pump

Jumlah : 1 buah

Kapasitas = 7,975 gpm

Power pompa = 0,300 HP

Power motor = 0,500 HP

Efisiensi pompa = 20,000 %

Efisiensi motor = 80,000 %

Bahan konstrksi = Carbon Steel SA283 grade C

Pipa : Nominal = 1 in

SN = 80

ID pipa = 0,957 in

OD pipa = 1,32 in

A inside = 0,25000 f^{t2}

37 Pompa-11

Kode : P-11

Tugas : Memompa hasil keluaran akumulator-03 untuk dikembalikan ke KD

Tipe : Single Stage Centrifugal Pump

Jumlah : 1 buah

Kapasitas = 139,561 gpm

Power pompa = 0,300 HP

Power motor = 0,500 HP

Efisiensi pompa = 20,000 %

Efisiensi motor = 80,000 %

Bahan konstruksi = Carbon Steel SA283 grade C

Pipa : Nominal = 3 in

SN = 40

ID pipa = 3,068 in

OD pipa = 3,5 in

A inside = 0,804 ft²

38 Pompa-12

Kode : P-12

Tugas : Memompa hasil bawah keluaran kolom deterjen untuk ditampung

Tipe : Single Stage Centrifugal Pump

Jumlah : 1 buah

Kapasitas = 1,828 gpm

Power pompa = 0,300 HP

Power motor = 0,500 HP

Efisiensi pompa = 65,000 %

Efisiensi motor = 80,000 %

Bahan konstruksi = Carbon Steel SA283 grade C

Pipa : Nominal =	0,5 in
SN =	80
ID pipa =	0,546 in
OD pipa =	0,84 in
A inside =	0,143 ft ²

BAB IV

UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM

4.1. Unit Pendukung Proses

Unit pendukung proses, yang lebih dikenal dengan sebutan utilitas merupakan unit penunjang proses produksi yang merupakan bagian penting untuk menunjang berlangsungnya proses suatu pabrik. Utilitas di pabrik dodekilbenzene yang dirancang antara lain meliputi unit pengadaan air dan pengolahan, unit pengadaan steam, unit pengadaan udara tekan, unit pengadaan listrik dan unit pengadaan bahan bakar.

1. Unit pengadaan dan pengolahan air

Unit ini bertugas menyediakan dan mengolah air untuk memenuhi kebutuhan pabrik sebagai berikut :

a. Air pendingin

- b. Air umpan boiler
- c. Air konsumsi umum dan sanitasi.

2. Unit pengadaan steam

Unit ini bertugas untuk menyediakan kebutuhan steam sebagai media pemanas untuk alat – alat *heat exchanger* dan *reboiler*.

3. Unit pengadaan udara tekan.

Unit ini bertugas untuk menyediakan udara tekan untuk kebutuhan instrumentasi *pneumatic* serta sebagai penggerak alat-alat kontrol.

4. Unit pengadaan listrik

Unit ini bertugas menyediakan listrik sebagai tenaga penggerak untuk peralatan proses, 100 instrument, bengkel, ruang kontrol, maupun untuk penerangan. Listrik disuplai dari PLN dan untuk cadangan disediakan generator diesel.

5. Unit pengadaaan bahan bakar.

Unit ini bertugas menyediakan bahan bakar untuk kebutuhan boiler dan generator.

4.1.1. Unit Pengadaan Air

4.1.1.1 Air Pendingin

Air pendingin yang digunakan diperoleh dari laut yang tidak jauh dari lokasi pabrik. Air laut digunakan sebagai media pendingin karena :

- a. Air laut dapat diperoleh dalam jumlah yang besar dengan biaya murah.
- b. Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya.
- c. Dapat menyerap sejumlah panas per satuan volume yang tinggi.
- d. Tidak terdekomposisi.

- e. Tidak dibutuhkan *cooling tower*, karena air laut langsung dibuang lagi kelaut.

Air pendingin ini digunakan sebagai pendingin pada kondensor dan HE pendingin. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengolahan air laut sebagai pendingin adalah:

- Partikel-partikel besar/ makroba(makhluk hidup laut dan konstituen lain)
- Partikel-partikel kecil / mikroba laut (ganggang dan mikroorganisme laut) yang dapat menyebabkan *fouling* pada alat *heat exchanger*.

◆ **Jumlah kebutuhan air laut sebagai media pendingin.**

Air laut yang dibutuhkan sebagai media pendingin untuk reaktor, kondensor maupun *heat exchanger* adalah sebesar

$$\begin{aligned} &= 385397,309 \text{ kg/jam} \\ &= 387,737 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 9305,695 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

◆ **Pengolahan air laut**

Untuk menghindari kerak yang terjadi pada alat-alat penukar panas maka perlu diadakan pengolahan air laut. Pengolahan dilakukan secara fisis dan kimia. Pengolahan secara fisis adalah dengan *screening* dan secara kimia adalah dengan penambahan *Chlorine*.

Tahapannya adalah sebagai berikut (M, Lilik, 2004) :

Air laut dihisap dari kolam yang langsung berada di pinggir laut dengan menggunakan pompa, Sebelum masuk pompa, air dilewatkan pada *Travelling Screen* untuk menyaring partikel dengan ukuran besar. Pencucian dilakukan secara kontinyu. Setelah dipompa kemudian dialirkan ke *strainer* yang mempunyai saringan stainless steel 0,4 mm dan mengalami pencucian balik secara periodik. Kemudian dialirkan ke *Reverse Osmose* untuk memisahkan

kandungan ion-ion garam. Di dalam membran *Reverse Osmose* terjadi proses penyaringan berdasar ukuran molekul, yaitu partikel yang molekulnya lebih besar dari molekul air (misalnya garam), akan terpisah dan akan ikut ke dalam air buangan. Air yang telah terbebas dari ion-ion garam selanjutnya ditampung dalam kolam yang diinjeksikan natrium hipoklorit untuk menjaga kandungan *chlorin* minimum 1 ppm. Natrium hipoklorit dibuat didalam *Chloropac* dengan bahan baku air laut. Natrium hipoklorit diinjeksikan secara kontinyu dalam kolam dan secara *intermitten* di pipa pengaliran. Skema pengolahan air laut dapat dilihat pada Gambar 4-1.

◆ **Kebutuhan klorin**

Kebutuhan klorin untuk penggunaan air laut dengan jumlah diatas adalah :

$$= 0,24040 \text{ kg/jam}$$

$$= 0,00029 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 0,00696 \text{ m}^3/\text{hari}$$

◆ **Pemompaan air laut**

Untuk memompakan air laut dengan jumlah diatas digunakan pompa *Single Stage Centrifugal* dengan daya pompa 45 HP dan daya motor 50 HP, dengan bahan Stainless Steel SS304.

4.1.1.2. Air Umpan Boiler

Untuk kebutuhan umpan boiler yang digunakan adalah air tangki, yang diperoleh dari PT. Krakatau Tirta Industri yang ada di kawasan industri Cilegon. Beberapa faktor yang perlu diperhatikan terhadap air tangki tersebut adalah :

- a. Kandungan yang dapat menyebabkan korosi.

Korosi yang terjadi di dalam boiler disebabkan karena air mengandung larutan- larutan asam antara lain klorida , dan sulfat, serta oksigen yang terlarut.

- b. Kandungan yang menyebabkan kerak (*scale forming*).

Pembentukan kerak disebabkan karena adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam- garam karbonat dan silikat.

- b. Kandungan yang menyebabkan pembusaan (*foaming*).

Air yang diambil dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada boiler karena adanya minyak dan alkali. Pembusaan terjadi bila alkalinitas tinggi.

◆ **Jumlah air tangki sebagai umpan boiler**

Jumlah air yang digunakan adalah sebesar 2908,385 kg/jam = 2,921 m³/jam.

◆ **Pengolahan air tangki air umpan boiler.**

Air yang digunakan sebagai umpan boiler pada umumnya belum memenuhi persyaratan yang diperlukan, biasanya mengandung material penyebab *foaming*, oksigen bebas dan kadang bersifat asam, sehingga harus menjalani pengolahan terlebih dahulu. Tahapan pengolahan air menjadi air umpan boiler meliputi :

1. Aerasi, merupakan proses mekanis penghambusan air dengan udara.

Proses ini bertujuan untuk menghilangkan gas-gas (Hidrogen sulfida) dan besi yang terlarut dalam air. Terjadi proses oksidasi yang menjadikan besi terlarut menjadi endapan besi yang tidak larut. Proses aerasi dilakukan

dalam suatu unit yang disebut *aerator*. Untuk menaikkan pH air ditambahkan NaOH sehingga air pada keadaan netral.

2. Penghilangan Besi, merupakan suatu unit saringan bertekanan yang mengandung MgO_2 untuk menyaring endapan besi yang tidak sempat mengendap di *aerator*. Alat yang digunakan biasa disebut *Iron Removal Filter*.
3. Demineralisasi, merupakan unit penukar ion untuk menghilangkan mineral terlarut dalam air, seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{2+} , HCO_3^- , SO_4^- , Cl^- . Sebagai resin penukar kation dapat digunakan asam kuat (RH^+) dan resin penukar anion (ROH^-)
4. Deaerasi, merupakan proses penghilangan gas-gas terlarut, terutama oksigen dan karbondioksida dengan cara pemanasan menggunakan steam. Oksigen terlarut dapat merusak baja. Gas-gas ini kemudian dibuang ke atmosfer. Skema proses pengolahan air umpan boiler dapat dilihat pada Gambar .4-2

4.1.1.3. Air Konsumsi Umum dan Sanitasi

Air untuk keperluan konsumsi dan sanitasi adalah air pembelian dari PT.Krakatau Tirta Industri di kawasan industri Cilegon. Air ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan air minum, laboratorium, kantor, perumahan dan pertamanan. Air konsumsi dan sanitasi harus memenuhi beberapa syarat, yang meliputi syarat fisik, syarat kimia, dan syarat bakteriologis.

Syarat fisik:

- a. suhu di bawah suhu udara luar
- b. warna jernih

- c. tidak mempunyai rasa dan tidak berbau.

Syarat kimia:

- a. tidak mengandung zat organik maupun anorganik
 b. tidak beracun

Syarat bakteriologis :

Tidak mengandung bakteri- bakteri, terutama bakteri yang patogen.

◆ **Jumlah air tangki untuk air konsumsi dan sanitasi**

Jumlah yang dibutuhkan adalah sebesar = 1733,313 kg/jam = 1,7408 m³/jam.

◆ **Pengolahan air tangki untuk konsumsi dan sanitasi.**

Proses pengolahan yang dilakukan yaitu proses aerasi, filtrasi, dan klorinasi. Aerasi bertujuan untuk menghilangkan gas-gas terlarut dan mengoksidasi kandungan ion ferro untuk diubah menjadi ion ferri dalam bentuk ferri hidroksida yang tidak larut dalam air. Endapan ferri hidroksida dibuang dengan cara *blowdown*, dan sisanya yang tidak terendapkan disaring di *iron removal filter*. Ke dalam air produk penyaringan selanjutnya diinjeksikan larutan kalsium hipoklorit untuk mematikan kandungan biologis air (Supranto, Ir, 1998). Konsentrasi kalsium hipoklorit dijaga sekitar 0,8 – 1,0 ppm. Untuk menjaga pH air minum, ditambah larutan Ca(OH)₂ sehingga pH-nya sekitar 6,8 – 7,0. Skema pengolahan air tangki untuk kebutuhan konsumsi dan sanitasi dapat dilihat pada gambar 4-3

◆ **Total kebutuhan air tangki**

Air umpan boiler = 2908,385 kg/jam = 3,1215 m³/jam

Air konsumsi dan sanitasi = 1733,313 kg/jam = 1,7408 m³/jam

Total kebutuhan = 4641,698 kg/jam = 4,6618 m³/jam

Untuk keamanan dipakai 10 % berlebih, maka :

Total kebutuhan = 5105,868 kg/jam = 5,1280 m³/jam

4.1.2 Unit Pengadaan Steam

Kebutuhan steam digunakan untuk pemanas pada *heat exchanger* dan *reboiler*. Kebutuhan steam ini dipenuhi oleh boiler. Steam yang dibangkitkan mempunyai kondisi :

Tekanan = 70 psi

Suhu = 420 °C

Jumlah = 4610,0317 kg/jam

◆ Boiler yang dibutuhkan.

Spesifikasi Boiler

1. Kode : B – 01
2. Tipe : Boiler pipa api
3. Jumlah : 1 buah
4. *Heating surface*, ft² : 1753,098
5. *Rate of steam*, lb/jam : 6412,989
6. Tekanan steam, psi : 70
7. Bahan bakar : Solar

4.1.3. Unit Pengadaan Udara Tekan

Kebutuhan udara tekan diperkirakan sebesar 200m³/jam, tekanan 100 psi dan suhu 30 °C. Alat untuk menyediakan udara tekan berupa kompresor yang dilengkapi dengan *dryer* yang berisi *silica gel* untuk menyerap kandungan air sampai diperoleh kandungan air maksimal 84 ppm.

➤ Kompresor yang dibutuhkan

Kapasitas : 200 m³/jam

Tekanan *suction* : 70 psia

Tekanan *discharge*: 120 psia

Suhu udara : 30 °C

Jenis : *Single Stage Reciprocating Compressor*

Efisiensi : 80 %

Daya kompresor : 15 HP

Jumlah : 1 buah

4.1.4. Unit Pengadaan Listrik

Kebutuhan tenaga listrik dipenuhi oleh PLN dan untuk cadangan disediakan generator diesel. Generator yang digunakan adalah generator arus bolak-balik dengan pertimbangan :

1. Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar.
2. Tegangan dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai kebutuhan dengan transformer.

Jumlah kebutuhan listrik total sebesar 185,383 kW

Spesifikasi generator yang dibutuhkan untuk menyuplai kebutuhan listrik diatas jika terjadi gangguan listrik dari PLN adalah sebagai berikut :

Tipe : AC generator
 Kapasitas : 250kW
 Tegangan : 220/360 volt
 Efisiensi : 80 %
 Jumlah : 1 buah
 Bahan bakar : Solar

4.1.5. Unit Pengadaan Bahan Bakar

Jenis bahan bakar yang digunakan adalah solar yang diperoleh dari Pertamina dan distributornya.

◆ Kebutuhan bahan bakar

1. Untuk Boiler 1 = 254,2674 L/jam
 2. Untuk Generator = 30,7504 L/jam
 Total kebutuhan = 295,01478 L/jam

4.2. Laboratorium

Laboratorium merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produk. Dengan data yang diperoleh dari laboratorium maka proses produksi akan selalu dapat dikontrol dan dijaga mutu produk sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Disamping itu juga berperan dalam pengendalian pencemaran lingkungan.

Laboratorium mempunyai tugas pokok antara lain :

1. Sebagai pengontrol kualitas bahan baku dan pengontrol kualitas produk.
2. Sebagai pengontrol terhadap proses produksi dengan melakukan analisa terhadap pencemaran lingkungan.
3. Sebagai pengontrol terhadap mutu air pendingin, air umpan boiler dan lain-lain yang berkaitan langsung dengan proses produksi.

Laboratorium melaksanakan kerja 24 jam sehari dalam kelompok kerja shift dan non shift :

1. Kelompok shift
 - a. Kelompok ini melaksanakan tugas pemantauan dan analisa –analisa rutin terhadap proses produksi. Dalam melaksanakan tugasnya, kelompok ini menggunakan sistem bergilir, yaitu sistem kerja shift selama 24 jam dengan dibagi menjadi 4 shift. Masing-masing shift bekerja selama 6 jam.
2. Kelompok non shift

Kelompok ini mempunyai tugas melakukan analisa khusus yaitu analisa yang sifatnya tidak rutin dan menyediakan reagen kimia yang diperlukan di laboratorium. Dalam rangka membantu kelancaran pekerjaan kelompok shift, kelompok ini melaksanakan tugasnya di laboratorium utama dengan tugas antara lain :

- a. menyediakan reagen kimia untuk analisa laboratorium
- b. melakukan analisa bahan buangan penyebab polusi
- c. melakukan penelitian atau percobaan untuk membantu kelancaran produksi.

Dalam melaksanakan tugasnya, bagian laboratorium dibagi menjadi :

- a. Laboratorium fisik
- b. Laboratorium analitik
- c. Laboratorium penelitian dan pengembangan

4.2.1. Laboratorium fisik

Bagian ini bertugas mengadakan pemeriksaan atau pengamatan terhadap sifat-sifat bahan baku dan produk. Pengamatan yang dilakukan yaitu antara lain :

- *specific gravity*
- *viskositas*
- kandungan air

4.2.2. Laboratorium analitik

Bagian ini bertugas mengadakan pemeriksaan terhadap air pendingin, bahan baku dan produk mengenai sifat-sifat kimianya. Analisa yang dilakukan antara lain :

- kandungan logam berat
- kandungan logam

4.2.3. Laboratorium penelitian dan pengembangan

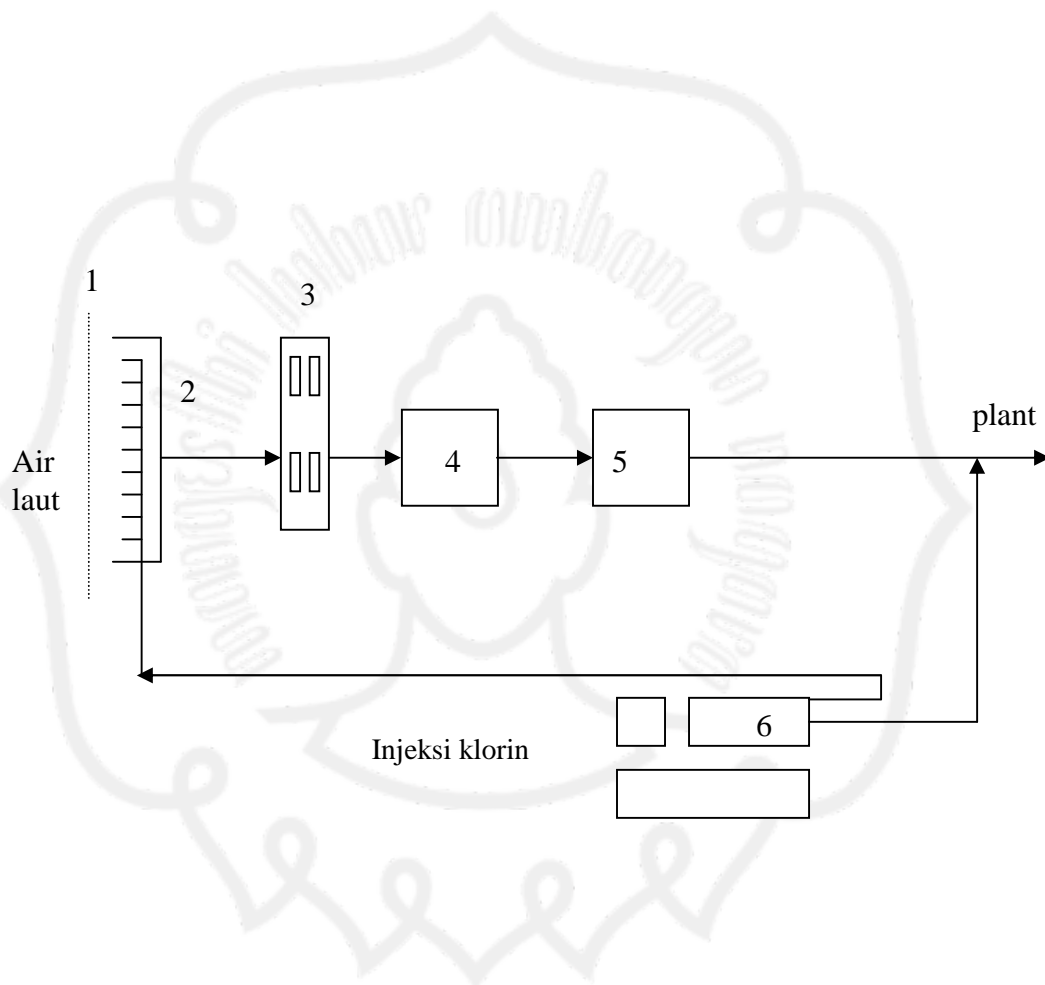
Bagian ini bertujuan untuk mengadakan penelitian, misalnya :

- diversifikasi produk
- perlindungan terhadap lingkungan

Disamping mengadakan penelitian rutin, laboratorium ini juga mengadakan penelitian yang sifatnya non rutin, misalnya penelitian terhadap produk di unit tertentu yang tidak biasanya dilakukan penelitian guna mendapatkan alternatif lain terhadap penggunaan bahan baku.

Alat analisa penting yang digunakan antara lain :

1. *Water content tester*, untuk menganalisa kadar air.
2. *Hidrometer*, untuk mengukur *specific gravity*
3. *Viscometer*, untuk mengukur viskositas produk.
4. *Infra Red Spectrofotometer (IRS)*, untuk menganalisa kandungan minyak dalam air.



Keterangan :

1. Saringan awal
2. Kolam
3. Travelling screen
4. Strainer
5. Reverse Osmosis
6. Chloropac

Gambar 4.1. Skema Pengolahan Air Laut

BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN

5.1. Bentuk Perusahaan

Pabrik Dodekilbenzene yang akan didirikan direncanakan mempunyai :

- Bentuk : Perseroan Terbatas (PT)
- Lapangan Usaha : Industri *Linear Alkyl Benzene*
- Lokasi Perusahaan : Cilegon, Jawa Barat

Alasan dipilihnya bentuk Perusahaan ini adalah didasarkan atas beberapa faktor, sebagai berikut :

1. Mudah untuk mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
3. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta stafnya yang diawasi oleh dewan komisaris.
4. Kelangsungan Perusahaan lebih terjamin, karena tidak berpengaruh dengan berhentinya:
 - a. Pemegang saham.

- b. Direksi beserta stafnya.
 - c. Karyawan perusahaan
5. Efisiensi dari manajemen

Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur utama yang cukup cakap dan berpengalaman.

6. Lapangan Usaha lebih luas

Suatu Perseroan Terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.

5.2. STRUKTUR ORGANISASI

Salah satu faktor yang menunjang kemajuan perusahaan adalah struktur organisasi yang terdapat dan dipergunakan oleh perusahaan tersebut. Untuk mendapatkan suatu sistem yang terbaik, maka perlu diperhatikan beberapa pedoman antara lain:

- Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
- Pendelegasian wewenang
- Pembagian tugas kerja yang jelas
- Kesatuan perintah dan tanggung jawab
- Sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan
- Organisasi perusahaan yang fleksibel

Dengan berpedoman pada pedoman tersebut maka diperoleh struktur organisasi yang baik yaitu *Sistim Line and Staff*. Pada sistem ini garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem, organisasi fungsional, sehingga seorang

karyawan hanya akan bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staff ahli yang terdiri dari orang-orang ahli dibidangnya. Staf ahli akan memberi bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

Ada 2 kelompok orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi garis dan staff ini, yaitu:

1. Sebagai garis atau lini yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
2. Sebagai staff yaitu orang-orang yang melakukan tugas sesuai dengan keahliannya dalam hal ini berfungsi untuk memberi saran-saran kepada unit operasional.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh Dewan Komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh Direktur Utama dibantu oleh Direktur Teknik, Direktur Keuangan dan Umum. Direktur Teknik membawahi bidang pemasaran, teknik dan produksi, sedangkan Direktur Keuangan dan Umum membidangi kelancaran pelayanan. Direktur-direktur ini membawahi beberapa kepala bagian yang akan bertanggung jawab membawahi atas bagian dalam perusahaan, sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing kepala bagian membawahi beberapa seksi dan masing-masing seksi akan membawahi beberapa karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang setiap kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas masing-masing seksi.

5.3. TUGAS DAN WEWENANG

5.3.1. Pemegang Saham

- Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut.

Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk PT (Perseroan Terbatas) adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS).

5.3.2. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari dari pemilik saham, sehingga Dewan Komisaris akan bertanggung jawab kepada pemilik saham.

Tugas-tugas dewan komisaris meliputi:

- Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijakan umum, target perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahannya.
- Mengawasi tugas-tugas direksi
- Membantu direksi dalam tugas-tugas penting.

5.3.3. Dewan Direksi

Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur Utama bertanggung jawab terhadap Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Produksi dan Direktur Keuangan dan Umum.

- Melaksanakan policy perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya pada pemegang saham pada akhir jabatannya.
- Menjaga stabilitas organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen dan karyawan.
- Mengangkat dan memberhentikan Kepala Bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.

- Mengkoordinir kerja sama dengan Direktur Produksi dan Direktur keuangan dan Umum.

Tugas Direktur Produksi:

- Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang produksi, teknik dan pemasaran.
- Mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

Tugas Direktur Keuangan dan Umum:

- Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang keuangan dan pelayanan umum.
- Mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

5.3.4. Staff Ahli

Staff Ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu Direktur dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staff ahli bertanggung jawab kepada Direktur Utama sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing.

Tugas dan wewenang staff ahli :

- Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
- Mengadakan evaluasi bidang teknik dan ekonomi perusahaan.
- Memberikan saran-saran dalam bidang hukum.

5.3.5. Penelitian dan Pengembangan (Litbang)

Penelitian dan Pengembangan terdiri dari ahli-ahli atau sarjana-sarjana sebagai pembantu direksi dan bertanggung jawab kepada direksi.

Litbang membawahi 2(dua) departemen:

1. Departemen Penelitian
2. Departemen Pengembangan

Tugas dan Wewenang Litbang:

- Mempertinggi mutu suatu produk
- Memperbaiki proses dari pabrik/perencanaan alat untuk pengembangan produksi
- Mempertinggi efisiensi kerja

5.3.6.Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh perusahaan. Kepala bagian dapat pula bertindak sebagai staff direktur bersama-sama staff ahli. Kepala bagian bertanggung jawab kepada Direktur Utama yang terdiri dari:

A. Kepala bagian produksi.

Bertanggung jawab kepada Direktur Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi.

Kepala bagian produksi membawahi:

- Seksi Proses
- Seksi Pengendalian
- Seksi laboratorium

Tugas seksi proses, meliputi:

- Mengawasi jalannya proses dan produksi
- Menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan, sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.

Tugas seksi pengendalian, yaitu:

- Menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan kerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.

Tugas seksi laboratorium, meliputi:

- Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu
- Mengawasi dan menganalisa mutu produksi
- Mengawasi hal-hal tentang buangan pabrik

B. Kepala Bagian Pemasaran

Bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi.

Kepala bagian ini membawahi:

1. Seksi Pembelian, bertugas:

- Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan.
- Mengetahui harga pasaran dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

2. Seksi Penjualan, bertugas:

- Merencanakan strategi penjualan hasil produksi
- Mengatur distribusi barang dari gudang

C. Kepala Bagian Teknik

Bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang peralatan, proses dan utilitas.

Kepala bagian teknik membawahi:

1. Seksi Pemeliharaan, bertugas:
 - Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik
 - Memperbaiki kerusakan peralatan pabrik
2. Seksi Utilitas
 - Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, kebutuhan uap, air dan tenaga listrik.

D. Kepala Bagian Keuangan

Kepala bagian keuangan bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang administrasi dan keuangan.

Kepala bagian Keuangan membawahi:

1. Seksi Administrasi, yang bertugas :
 - Menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan serta masalah pajak.
2. Seksi Kas, yang bertugas :
 - Menghitung penguanaan uang perusahaan, mengamankan uang dan membuat prediksi keuangan masa depan.
 - Mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan.

E. Kepala Bagian Umum

Bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat dan keamanan.

Kepala Bagian Umum membawahi :

1. Seksi Personalia, dengan tugas :

- Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja dan pekerjaannya serta lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya.
- Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang dinamis.
- Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

2. Seksi Humas, yang bertugas :

- Mengatur hubungan perusahaan dengan masyarakat luar.

3. Seksi Keamanan, yang bertugas :

- Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas yang ada di perusahaan.
- Mengawasi keluar masuknya orang-orang, baik karyawan maupun yang bukan dari lingkungan perusahaan.
- Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

5.3.7. Kepala Seksi

Merupakan pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing, agar diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap kepala seksi bertanggung jawab terhadap kepala bagian masing-masing sesuai dengan seksinya.

5.4. PEMBAGIAN JAM KERJA KARYAWAN.

Pabrik Dodekilbenzen direncanakan beroperasi selama 360 hari dalam satu tahun dan proses produksi berlangsung 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perbaikan dan perawatan (*shutdown* pabrik). Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam dua golongan, yaitu :

1. Karyawan non shift / harian.

Karyawan non shift adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan harian adalah direktur , Staf Ahli, Kepala Bagian, Kepala Seksi serta bawahan yang ada di kantor. Jumlah karyawan non shift sebanyak 44 orang. Karyawan harian dalam satu minggu akan bekerja selama 5 hari dengan pembagian jam kerja sebagai berikut :

Jam Kerja :

- Hari Senin-Jum'at : jam 08.00 – 16.00

Jam istirahat:

- Hari Senin-Kamis : jam 12.00 – 13.00
- Hari Jum'at : jam 11.00 – 13.00

2. Karyawan Shiff

Karyawan shiff adalah karyawan yang secara langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan shiff antara lain: operator produksi, sebagian dari bagian teknik, bagian gudang dan bagian-bagian keamanan.

Para karyawan shiff akan bekerja bergantian sehari semalam, dengan pengaturan sebagai berikut:

- Shiff pagi : jam 07.00 – 15.00
- Shiff sore : jam 15.00 – 23.00
- Shiff malam : jam 23.00 – 07.00

Untuk karyawan shift ini dibagi dalam 4 regu (A,B,C,D) dimana 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat dan dikenakan secara bergantian. Tiap regu akan mendapat giliran 3 hari kerja dan 1 hari libur tiap-tiap shift dan masuk lagi untuk shift berikutnya. Jumlah karyawan shift sebanyak 44 orang. Tiap regu terdiri dari 11 orang karyawan.

Tabel 5.1. Jadwal pembagian kelompok shift

Hari	Shift Pagi	Shift Sore	Shift malam	Libur
Senin	A	B	C	D
Selasa	D	A	B	C
Rabu	C	D	A	B
Kamis	B	C	D	A
Jumat	A	B	C	D
Sabtu	D	A	B	C
Minggu	C	D	A	B

Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan karyawannya. Untuk itu kepada seluruh karyawan diberlakukan absensi dan masalah absensi ini akan digunakan pimpinan perusahaan sebagai dasar dalam mengembangkan karier para karyawan dalam perusahaan.

5.5.STATUS KARYAWAN DAN SISTIM UPAH

Pada pabrik Dodekilbenzene ini sistim upah karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian.

Menurut statusnya karyawan dibagi menjadi 3 golongan sebagai berikut :

1. Karyawan tetap

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerja.

2. Karyawan Harian

Yaitu Karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi tanpa Surat Keputusan (SK) direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

3. Karyawan Borongan

Yaitu karyawan yang digunakan oleh pabrik bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu perusahaan.

5.6. PENGGOLONGAN JABATAN, JUMLAH KARYAWAN DAN GAJI

5.6.1. Penggolongan Jabatan

- | | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| 1. Direktur Utama | : Sarjana Ekonomi/Teknik/Hukum |
| 2. Direktur Produksi | : Sarjana Teknik Kimia |
| 3. Direktur Keuangan dan Umum | : Sarjana Ekonomi |
| 4. Kepala Bagian Produksi | : Sarjana Teknik Kimia |
| 5. Kepala Bagian Teknik | : Sarjana Teknik Mesin |
| 6. Kepala Bagian pemasaran | : Sarjana Teknik Kimia/Ekonomi |
| 7. Kepala Bagian Keuangan | : Sarjana Ekonomi |
| 8. Kepala Bagian Umum | : Sarjana Hukum |
| 9. Kepala Seksi | : Sarjana Muda |
| 10. Operator | : STM/SLTA/SMU |
| 11. Sekertaris | : Akademi Sekertaris |
| 12. Dokter | : Sarjana Kedokteran |
| 13. Perawat | : Akademi Perawat |
| 14. Lain-lain | : SD/SMP/Sederajat |

5.6.2. Jumlah Karyawan dan Gaji

Jumlah karyawan harus ditentukan secara tepat sehingga semua pekerjaan yang ada dapat diselesaikan dengan baik dan efisien. Jumlah karyawan sesuai dengan jabatannya adalah sebagai berikut

NO	JABATAN	JUMLAH
1.	Direktur Utama	1
2.	Direktur Produksi	1

3. Direktur Keuangan dan Umum	1
4. Staff Ahli	1
5. Litbang	2
6. Sekretaris	3
7. Kepala Bagian Produksi	1
8. Kepala Bagian Pemasaran	1
9. Kepala Bagian Teknik	1
10. Kepala Bagian Umum	1
11. Kepala Bagian Keuangan	1
12. Kepala Seksi Proses	1
13. Kepala Seksi Pengendalian	1
14. Kepala Seksi Laboratorium	1
15. Kepala Seksi Penjualan	1
16. Kepala Seksi Pembelian	1
17. Kepala Seksi Pemeliharaan	1
18. Kepala Seksi Utilitas	1
19. Kepala Seksi Administrasi	1
20. Kepala Seksi Kas	1
21. Kepala Seksi Personalia	1
22. Kepala Seksi Humas	1
23. Kepala Seksi Keamanan	1
24. Karyawan Proses	44
25. Karyawan Pengendalian	2

26. Karyawan Laboratorium	2
27. Karyawan Penjualan	2
28. Karyawan Pembelian	2
29. Karyawan Pemeliharaan	3
30. Karyawan Utilitas	2
31. Karyawan Administrasi	2
32. Karyawan Kas	2
33. Karyawan Personalia	4
34. Karyawan Humas	2
35. Karyawan Keamanan	8
36. Dokter	1
37. Perawat	1
38. Sopir	3
39. Pesuruh	3
T O T A L	124

Perincian Golongan dan Gaji Karyawan

Gol.	Jabatan	Gaji/Bulan	Kualifikasi
I.	Direktur Utama	Rp. 50.000.000,00	S1/S2/S3
II.	Direktur	Rp. 30.000.000,00	S1/S2
III.	Litbang, Staff Ahli	Rp. 15.000.000,00	S1
IV.	Kepala Bagian	Rp. 6.000.000,00	S1
V.	Kepala Seksi, Sekretaris	Rp. 5.000.000,00	S1/D3

VI. Karyawan Biasa Rp. 1.000.000 – Rp.4.000.000 SLTA/D1/D3

5.7. KESEJAHTERAAN SOSIAL KARYAWAN

Kesejahteraan yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan antara lain:

1. Tunjangan

- Tunjangan berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan
- Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang karyawan
- Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja diluar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja

2. Cuti

- Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun
- Cuti sakit diberikan pada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan Dokter.

3. Pakaian Kerja

Pakaian kerja diberikan pada setiap karyawan sejumlah 3 pasang untuk setiap tahunnya

4. Pengobatan

- a. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kerja ditanggung oleh perusahaan sesuai dengan undang-undang yang berlaku

- b. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit tidak disebabkan oleh kecelakaan kerja diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan.

BAB VI

ANALISA EKONOMI

Pada perancangan pabrik dodekilbenzene ini dilakukan evaluasi atau penilaian investasi dengan maksud untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang ini dapat menguntungkan atau tidak. Yang terpenting dari perancangan ini adalah estimasi harga dari alat – alat, karena harga ini dipakai sebagai dasar untuk estimasi analisa ekonomi dimana analisa ekonomi dipakai untuk mendapatkan perkiraan/estimasi tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas .

Analisis ekonomi juga dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan atau tidak jika didirikan.

Untuk itu pada perancangan pabrik dodekilbenzen ini, kelayakan investasi modal dalam sebuah pabrik dapat diperkirakan dan dianalisa yaitu :

- a. *Profitability*
- b. *% Return of Investement (ROI)*
- c. *Pay Out Time (POT)*

- d. *Break Even Point* (BEP)
- e. *Shut Down Point* (SDP)
- f. *Discounted Cash Flow* (DCF)

Untuk meninjau faktor-faktor tersebut di atas perlu diadakan perhitungan/ penaksiran biaya yang meliputi :

134

- A. Modal Tetap (*Fixed Capital Inv*)
- B. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)
 - 1. Biaya Produksi Langsung (*Direct Manufacturing Cost*)
 - 2. Biaya Produksi Tidak Langsung (*Indirect Manufacturing Cost*)
 - 3. Biaya Produksi Tetap (*Fixed Manufacturing Cost*)
- C. Modal Kerja (*Working Capital*)
- D. Pengeluaran Umum (*General Expense*)
- E. Analisa Keuntungan

6.1 PENAKSIRAN HARGA PERALATAN

Harga peralatan pabrik diperkirakan dengan metode yang dikonversikan dengan keadaan sekarang ini. Penentuan harga peralatan dilakukan dengan menggunakan data indeks harga.

Penentuan harga dengan indeks dilakukan untuk alat dengan kapasitas yang sama dan jenis yang sama namun berbeda tahunnya.

Tabel 6.1. Indeks harga alat

No	tahun	indeks
1	1991	361,3
2	1992	358,2
3	1993	359,2
4	1994	368,1
5	1995	381,1
6	1996	381,7
7	1997	386,5

8	1998	389,5
9	1999	390,6
10	2000	394,1
11	2001	394,3
12	2002	394,4

(Peter and Timmerhouse)

$$Ex = Ey \cdot \frac{Nx}{Ny}$$

Dengan :

Ex : Harga pembelian pada tahun 2007

Ey : Harga pembelian pada tahun 2002

Nx : Indeks harga pada tahun 2007

Ny : Indeks harga 2002

6.2 PENENTUAN TOTAL CAPITAL INVESTMENT (TCI)

Asumsi-asumsi dan ketentuan yang digunakan dalam analisa ekonomi :

1. Pembangunan fisik pabrik akan dilaksanakan pada tahun 2007 dengan masa konstruksi dan instalasi selama 2 tahun dan pabrik dapat beroperasi secara komersial pada awal tahun 2007.
2. Proses yang dijalankan adalah proses kontinyu.
3. Kapasitas produksi adalah 50.000 ton/tahun.
4. Jumlah hari kerja adalah 360 hari per tahun
5. Modal kerja yang diperhitungkan selama 1 bulan.
6. *Shut down* pabrik dilaksanakan selama 25 hari dalam satu tahun untuk perbaikan alat-alat pabrik.
7. Umur alat-alat pabrik diperkirakan 10 tahun kecuali alat-alat tertentu (umur pompa dan tangki adalah 5 tahun).

8. Nilai rongsokan (salvage value) 0 % dari FCI
9. Situasi pasar, biaya dll diperkirakan stabil selama pabrik beroperasi.
10. Upah buruh asing \$ 20 per *manhour*
11. Upah buruh lokal Rp 20.000,00 per *manhour*
12. Perbandingan jumlah tenaga asing : Indonesia = 5 % : 95 %
13. Kurs rupiah yang dipakai Rp 9000,00

6.2.1 Modal Tetap (Fixed Capital Investment)

No	Jenis	Harga US \$	Harga (Rp)
1.	Harga pembelian peralatan	489.069,20	0,00
2.	Instalasi alat-alat	61.622,74	356.825.010,45
3.	Pemipaan	248.691,80	412.578.918,33
4.	Instrumentasi	118.843,90	66.904.689,46
5.	Isolasi	15.894,75	55.753.907,88
6.	Listrik	35.457,53	55.753.907,88
7.	Bangunan	0,00	30.000.000.000,00
8.	Tanah & Perbaikan lahan	0,00	24.000.000.000,00
9.	Utilitas	190.656,20	0,00
10.	<i>Engineering & Construction</i>	246.719,3	11.077.595.772,93
11.	<i>Contrator's fee</i>	148.031,6	6.646.557.493,76
12.	<i>Contingency</i>	222.047,4	9.969.836.195,64
Fixed Capital Investment (FCI)		1.850.395,0	83.081.968.296,99

6.2.2 Modal Kerja (Working Capital Invesmnt)

No.	Jenis	Harga US \$	Harga (Rp)
1.	Persediaan Bahan baku	0,00	68.986.847.232,00
2.	Persediaan Bahan dlm proses	585,96	2.905.785.631,75
3.	Persediaan Produk	17.578,75	87.173.568.951,84
4.	Extended Credit	0,00	191.632.500.000,00
5.	Available Cash	32.227,71	159.818.209.745,03
Working Capital Invesment (WCI)		50.392,40	543.532.505.275,0

TOTAL CAPITAL INVESMENT(TCI)

$$\begin{aligned}
 \text{TCI} &= \text{FCI} + \text{WCI} \\
 &= \text{US\$ } 1.900.787,40 + \text{Rp. } 626.614.473.572,00
 \end{aligned}$$

6.3 BIAYA PRODUKSI TOTAL (TOTAL PRODUCTION COST)

6.3.1 Manufacturing Cost

6.3.1.1 Direct Manufacturing Cost

No.	Jenis	Harga US \$	Harga (Rp)
1.	Harga Bahan Baku	0,00	1.760.969.626.456,32
2.	Gaji Pegawai	0,00	3.552.000.000,00
3.	Supervisi	0,00	1.152.000.000,00
4.	<i>Maintenance</i>	111.023,70	4.984.918.097,82

5.	<i>Plant Supplies</i>	16.653,55	747.737.714,67
6.	<i>Royalty & Patent</i>	0,00	45.991.800.000,00
7.	Utilitas		17.137.259.110
Total Direct Manufacturing Cost (DMC)		127.677,25	1.834.535.341.378,81

6.3.1.1 Indirect Manufacturing Cost

No.	Jenis	Harga US \$	Harga (Rp)
1.	<i>PayRoll Overhead</i>	0,00	532.800.000,00
2.	<i>Laboratory</i>	0,00	355.200.000,00
3.	<i>Plant Over Head</i>	0,00	1.776.000.000,00
4.	<i>Packaging & Shipping</i>	0,00	68.987.700.000,00
Total Indirect Manufacturing Cost (IMC)			71.651.700.000,00

6.3.1.3 Fixed Manufacturing Cost

No.	Jenis	Harga US \$	Harga (Rp)
1.	Depresiasi	185.039,50	8.308.196.829,70
2.	<i>Property Tax</i>	37.007,90	1.661.639.365,94
3.	Asuransi	37.007,90	1.661.639.365,94
Total Fixed Manufacturing Cost (FMC)		259.055,3	11.631.475.561,58

Total Manufacturing Cost (TMC)= DMC + IMC + FMC

=US\$ 380.334,08+ Rp. 1.921.449.855.759,00

6.3.2 General Expense

No.	Jenis	Harga US \$	Harga (Rp)
1.	Administrasi	0,00	68.987.700.000,00

2.	<i>Sales</i>	0,00	91.983.600.000,00
3.	Riset	0,00	91.983.600.000,00
4.	<i>Finance</i>	0,00	29.669.084.312,66
General Expense (GE)			

Biaya Produksi Total (TPC) = TMC + GE

$$= \text{US \$ } 444.764,02 + \text{Rp. } 2.200.442.501.253$$

6.4 KEUNTUNGAN (PROFIT)

Total Penjualan selama 1 tahun = Rp. 2.299.590.000.000,00

Biaya Produksi Total = Rp. 544.451.707.878,39

Keuntungan Sebelum Pajak = Rp. 95.144.622.536,38

Pajak 50 % = Rp. 47.572.311.268,19

Keuntungan Setelah Pajak = Rp. 47.572.311.268,19

6.5 ANALISA KELAYAKAN

Tabel 6.2. Analisa Kelayakan

Analisa Kelayakan	Nilai	Batasan
<i>% Return of Investmen (% ROI)</i>		
❖ ROI sebelum pajak	95,40 %	Minimal 44 %
❖ ROI setelah pajak	47,7%	
<i>Pay Out Time (POT)</i>		
❖ POT sebelum pajak	0,95 tahun	Maksimal 2 tahun
❖ POT setelah pajak	1,73 tahun	
Break Even point (BEP)	51,47 %	40 % - 60%

<i>Shut Down Point (SDP)</i>	44,50 %	
Discounted Cash Flow (DCF)	21%	Minimal 18 %

Keterangan :

1. Nilai persen (%) ROI sebelum pajak untuk pabrik beresiko tinggi minimal 44 %. Apabila kurang dari 44%, maka besarnya modal yang akan dikembalikan dari keuntungan yang diperoleh kurang bisa memenuhi .
 Untuk pabrik Dodekilbenzen ini ROI sebelum pajak adalah 95,4 % sehingga keuntungan untuk pengembalian modal bisa dilakukan.
2. Pay Out Time (POT) merupakan jangka waktu pengembalian modal (investasi) berdasarkan keuntungan perusahaan yang diperoleh, dengan mempertimbangkan depresiasi.. POT sebelum pajak dibatasi maksimal 2 tahun. Untuk pabrik Dodekilbenzen, dalam waktu 0,95 tahun modal bisa kembali berdasarkan keuntungan sebelum pajak, dan dalam waktu 1,73 tahun berdasar keuntungan sesudah pajak.
3. Break Even Point (BEP) merupakan titik perpotongan antara garis sales dengan biaya total, yang menunjukkan tingkat produksi pada saat penjualan akan sama dengan biaya total. Pengoperasian pabrik di bawah 51,47 % dari kapasitas akan mengalami kerugian, dan pengoperasian pabrik diatas kapasitas tersebut, maka pabrik akan untung.

Untuk batasan BEP, jika kurang dari 40% pabrik akan memperoleh keuntungan yang terlalu banyak. Dan jika lebih dari 60% pabrik akan memperoleh keuntungan sedikit.

4. Shut Down Point (SDP) adalah tingkat produksi dimana pada kondisi ini, menutup pabrik akan lebih menguntungkan daripada mengoperasikannya.
5. Discount Cash Flow (DCF) dilakukan dengan mempertimbangkan nilai uang yang berubah terhadap waktu dan didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik (10 tahun)

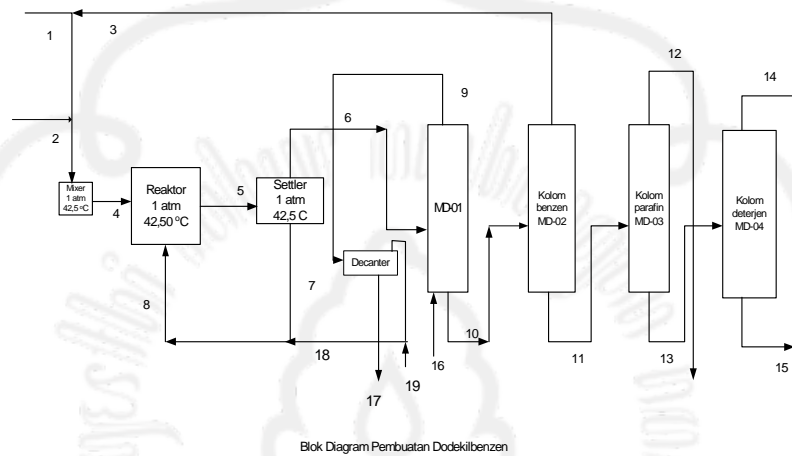
KESIMPULAN

Dari analisa ekonomi yang dilakukan dapat dihitung :

1. *Percent Return On Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 95,4 %
2. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak sebesar 0,95 tahun
3. *Break Event Point* (BEP) sebesar 51,47 %
4. *Shut Down Point* (SDP) sebesar 44,5 %
5. *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 21,00 %

Dengan demikian pendirian pabrik dodekilbenzene dari benzene dan dodeken dengan kapasitas 50.000 ton / tahun cukup menarik untuk dipertimbangkan.

PERHITUNGAN NERACA MASSA



Spesifikasi Bahan Baku

1. Benzene

Komposisi (% berat) : 99,96 % C_6H_6
 200 ppm C_7H_8
 200 ppm H_2O

2. Dodeken

Komposisi (% berat) : 96 % $C_{12}H_{24}$
 2% $C_{12}H_2$
 2% $C_{14}H_{28}$

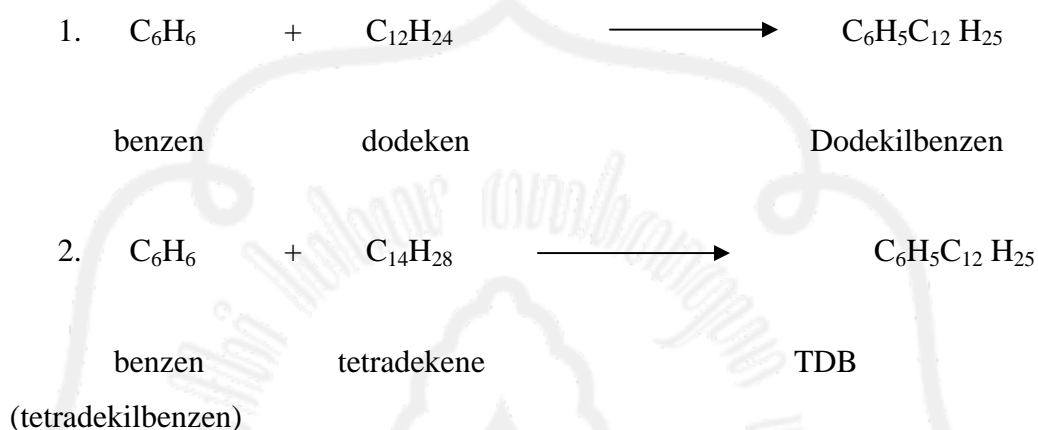
3. Dodekilbenzene

Komposisi (% berat) : 99,95 % $C_{12}H_{25} C_6H_5$
 5 % impuritis

Perbandingan Reaktan dalam Reaktor

1. Perbandingan mol Benzene/ dodeken = 8
2. Perbandingan mol HF/Hidrokarbon = 1,5

Reaksi Dalam Reaktor



Perhitungan Neraca Massa

A. Menentukan kebutuhan bahan baku

- ❖ Kapasitas produksi = 50.000 ton / tahun
 - ❖ Operasi = 360 hari
 - ❖ 1 hari operasi = 24 jam
 - ❖ Dasar perhitungan = 1 jam operasi
 - ❖ Kapasitas produksi =
- $$50.000 \cdot \frac{\text{.ton}}{\text{tahun}} \times \frac{1000.\text{kg}}{1.\text{ton}} \times \frac{1.\text{tahun}}{360.\text{hari}} \times \frac{1.\text{hari}}{24.\text{jam}}$$
- $$= 5787,0370 \text{ kg/jam}$$
- ❖ Komposisi produk =
 - 99,95 % C₁₈H₃₀
 - 0,05 % impurities
- Sehingga banyaknya C₁₈H₃₀ adalah

$$99,95 \% (5787,0370) \text{ kg/jam} = 5784, 1435 \text{ kg/jam}$$

$$\text{BM } \text{C}_{18}\text{H}_{30} = 246, 436 \text{ kg/kmol}$$

$$\text{Mol.}\text{C}_{18}\text{H}_{30} = \frac{5784,1435.\text{kg} / \text{j}}{246,436.\text{kg} / \text{kmol}}$$

$$= 23,4712 \text{ kmol/jam}$$

Untuk perhitungan di bawah ini, benzene dan dodeken masih berada dalam kondisi campuran

$$\diamond \text{ Yield} = \frac{\text{kmol.DDB}}{\text{kmol.dodeken..masuk}} = \frac{23,4712.\text{kmol} / \text{jam}}{\text{kmol.dodeken..masuk}} = 0,95$$

$$\text{Dodeken masuk} = \frac{23,4712.\text{kmol} / \text{jam}}{0,95} = 24,7064.\text{kmol} / \text{jam}$$

❖ Diketahui kondisi di reaktor

$$\frac{\text{kmol.benzene}}{\text{kmol.dodeken}} = 8, \text{ sehingga}$$

$$\begin{aligned} \text{kmol benzene} &= 8 (\text{ kmol dodeken }) \\ &= 197,652 \text{ kmol/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma \text{ mol hidrokarbon} &= \text{mol benzene} + \text{mol dodeken} \\ &= 197,652 + 24,7064 \\ &= 222,3585 \text{ kmol/jam} \end{aligned}$$

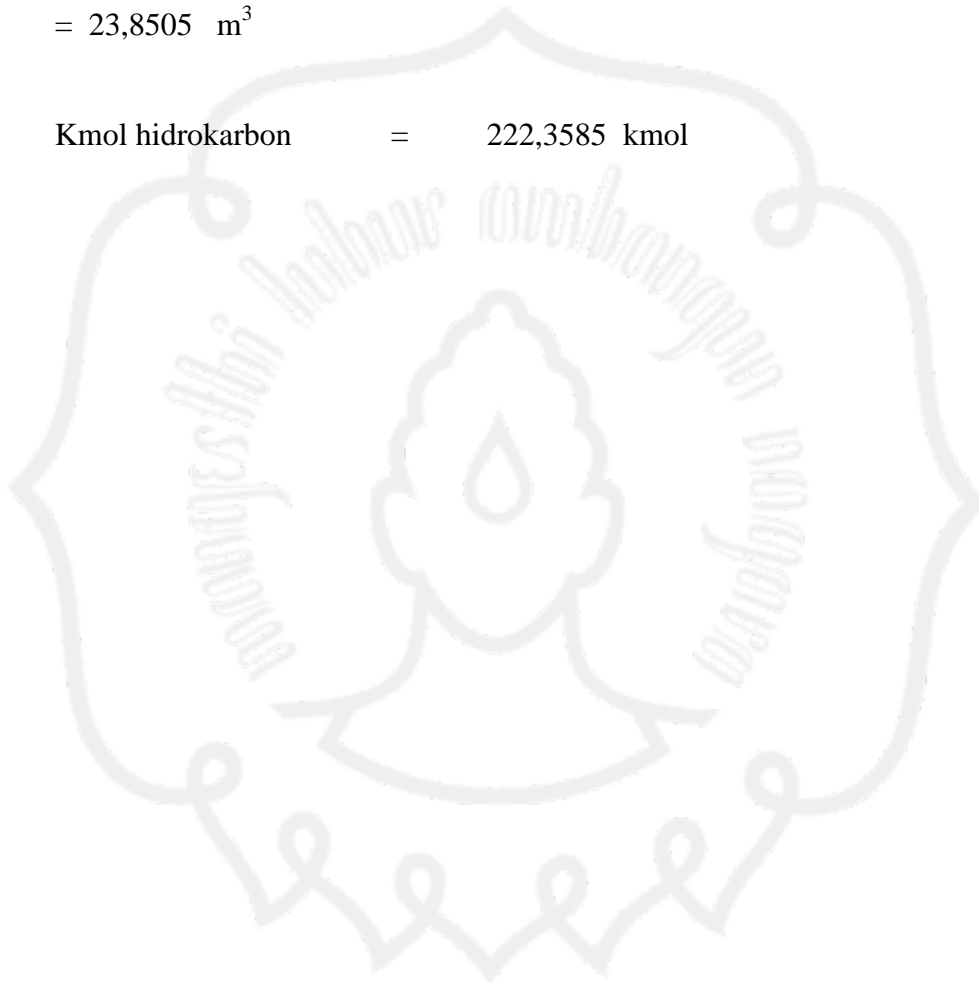
$$\begin{aligned} \text{fraksi mol dodeken} &= 24,7064 / 222, 3585 \\ &= 0,111 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{fraksi mol benzene} &= 197,652 / 222, 3585 \\ &= 0,8889 \end{aligned}$$

Asumsi : diambil basis perhitungan selama 1 jam operasi, maka

$$\begin{aligned} \Sigma \text{ volum hidrokarbon} &= \text{volum benzene} + \text{volum dodeken} \\ &= \sum \frac{x_i \cdot \text{BM}_i}{\rho_i} \\ &= \frac{197,652 \cdot \text{kmol} \cdot 78,1048 \text{ kg/kmol}}{855,4956 \text{ kg/m}^3} + \frac{24,7065 \text{ kmol} \cdot 168,9244 \text{ kg/kmol}}{743,0294 \text{ kg/m}^3} \\ &= 23,8505 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Kmol hidrokarbon} = 222,3585 \text{ kmol}$$



$$\begin{aligned} \text{BM camp. hidrokarbon} &= x_{\text{dodeken}} (\text{BM. dodeken}) + x_{\text{benzen}} (\text{BM. benzen}) \\ &= 0,111 (168,9244) + 0,8889 (78,1048) \\ &= 88,118 \text{ kg/kmol} \end{aligned}$$

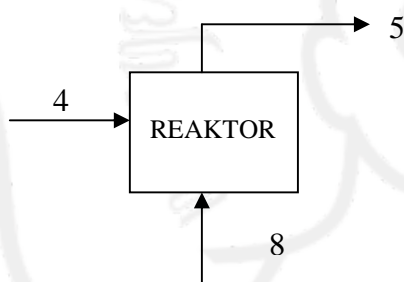
$$\begin{aligned}\text{Massa hidrokarbon} &= 222,3585 \text{ kmol} \times 88,118 \text{ kg/kmol} \\ &= 19593,7898 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\text{Diketahui, kondisi dalam reaktor, } \frac{\text{volum.HF}}{\text{volumehidrokarbon}} = 1,5$$

$$\begin{aligned}\text{Sehingga, volume HF} &= 1,5 (\text{volume hidrokarbon}) \\ &= 1,5 (23,8505 \text{ m}^3) \\ &= 35,7762 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{jadi, mol HF} &= \text{massa HF} / \text{BM HF} \\ &= (\text{volume HF} \times \rho \text{ HF}) / \text{BM HF} \\ &= (35,7762 \times 877,306) / 20,006 \\ &= 1568,8451 \text{ kmol}\end{aligned}$$

1. NERACA MASSA DI SEKITAR REAKTOR



Komponen masuk reaktor

1. Benzene = 197,652 kmol x 78,114 kg/kmol = 15439,391 kg
2. dodeken = 24,7065 kmol x 168,323 kg/kmol = 4158,6412 kg
3. HF = 31397,9987 kg

Komposisi benzene dan dodeken masuk reaktor

Benzene

Komp	Kadar	massa,kg/j	Kmol/jam
C ₆ H ₆	99,96%	15433,2153	197,5730
C ₇ H ₈	200 ppm	3,0879	0,0335
H ₂ O	200 ppm	3,0879	0,1714
Jumlah		15439,3911 kg/jam	

Dodeken			
Komp.	Kadar	Kg/jam	Kmol/jam
C ₁₂ H ₂₄	0,9600	3992,2955	23,7181
C ₁₂ H ₂₆	0,0200	83,1728	0,4883
C ₁₄ H ₂₈	0,0200	83,1728	0,4235
	jumlah	4158,6412	kg/j

Reaksi yang terjadi di reaktor



$$\begin{aligned} \text{mol DDB yang terbentuk} &= 23,4712 \text{ kmol} \\ \text{dodeken yang bereaksi} &= 23,4712 \text{ kmol} \\ &= 23,4712 \text{ kmol} \times (168,323 \text{ kg.kmol}) \\ &= 3950,7428 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{benzene yang bereaksi} &= 23,4712 \text{ kmol} \\ &= 23,4712 \text{ kmol} \times (78,114 \text{ kg.kmol}) \\ &= 1833,4277 \text{ kg} \end{aligned}$$

2. Reaksi 2

Dengan yield = 0,95

Jadi, 0,95 = mol TDB terbentuk / mol C₁₄H₂₈ masuk

$$\begin{aligned} \text{mol TDB terbentuk} &= 0,95 (0,4236) \\ &= 110,4439 \text{ kg} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{Benzene yang bereaksi} &= 0,4024 \text{ kmol} \\ &= 0,4024 \text{ kmol} \times (78,114 \text{ kg./kmol}) \\ &= 31,4301 \text{ kg} \end{aligned}$$

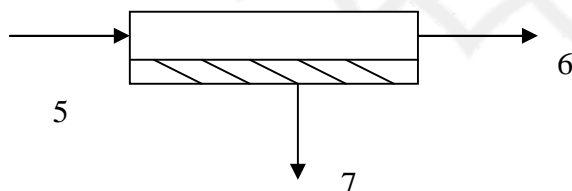
$$\begin{aligned} \text{dodeken yang bereaksi} &= 0,4024 \text{ kmol} \\ &= 0,4024 \text{ kmol} \times (196,376 \text{ kg/.kmol}) \\ &= 79,0142 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Benzene total yang bereaksi} &= 23,4712 & + & 0,4024 & \text{ kmol} \\
 &= 1833,4277 & + & 31,4301 & \text{ kg} \\
 &= 23,8735 & & & \text{ kmol} \\
 &= 1864,8478 & & & \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Sehingga, neraca massa di sekitar reaktor adalah

Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)
	4	8	5
H F	11,1939	31386,8048	31397,9987
C ₆ H ₆	15433,2153		13568,3575
H ₂ O	3,0879		3,0879
C ₇ H ₈	3,0879		3,0879
C ₁₂ H ₂₄	3992,2955		41,5562
C ₁₂ H ₂₆	83,1728		83,1728
C ₁₄ H ₂₈	83,1728		4,1586
C ₁₈ H ₃₀			5784,1435
C ₂₀ H ₃₄			110,4439
Jumlah	19609,2261	31386,8048	50996,007
To tal	50996,0309		50996,007

2. NERACA MASSA DI SEKITAR SETTLER



Pemisahan produk settler berdasarkan pada perbedaan berat jenis dan data kelarutan.

Diketahui : Data kelarutan komponen dalam zat tertentu pada suhu 50° C

Komponen	Zat tertentu	Kelarutan
HF	C_6H_6	7,5 % berat
H_2O	DDB($C_{18}H_{30}$)	0,05332 % berat
C_6H_6		1982,394 ppm
C_7H_8		646,0715 ppm
$C_{12}H_{24}$	H_2O	0,02329 ppm
$C_{12}H_{26}$		0,005313 ppm
$C_{14}H_{28}$		0,0135 ppm

Komponen anorganik (dengan berat jenis lebih besar) akan berada pada lapisan bawah. Sedangkan komponen organik (dengan berat jenis lebih ringan) berada pada lapisan atas. Sehingga :

Lapisan bawah : HF , H_2O

Lapisan atas : C_6H_6 , C_7H_8 , $C_{12}H_{24}$, $C_{12}H_{26}$, $C_{14}H_{28}$

Perhitungan :

1. HF terlarut dalam C_6H_6

$$\text{lapisan atas} = 7,5 \% \times 13568,3575 \text{ kg/jam} = 1017,6268 \text{ kg/jam}$$

$$\text{lapisan bawah} = 13568,3575 - 1017,6268 \text{ kg/jam} = 30369,178 \text{ kg/jam}$$

2. C_6H_6 terlarut dalam H_2O

$$\text{lapisan bawah} = 1982,392 \text{ ppm} \times 3,0879 \text{ kg/jam} = 0,0061 \text{ kg/jam}$$

$$\text{lapisan atas} = 13568,3575 - 0,0061 \text{ kg/jam} = 13568,3514 \text{ kg/jam}$$

3. C_7H_8 terlarut dalam H_2O

$$\text{lapisan bawah} = 646,0713 \text{ ppm} \times 3,0879 \text{ kg/jam} = 0,002 \text{ kg/jam}$$

$$\text{lapisan atas} = 3,0879 - 0,002 \text{ kg/jam} = 3,0859 \text{ kg/jam}$$

4. $C_{12}H_{24}$ terlarut dalam H_2O

$$\begin{aligned} \text{lapisan bawah} &= 0,02329 \text{ ppm} \times 3,0879 \text{ kg/jam} = 7,1 \text{ E-8 kg/jam} \\ \text{lapisan atas} &= 41,5562 - 7,1\text{E-8 kg/jam} = 41,5562 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

5. $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$ terlarut dalam H_2O

$$\begin{aligned} \text{lapisan bawah} &= 0,005313 \text{ ppm} \times 3,0879 \text{ kg/jam} = 1,6\text{E-8 kg/jam} \\ \text{lapisan atas} &= 83,1728 - 1,6\text{E-8 kg/jam} = 83,1728 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

6. H_2O dalam DDB

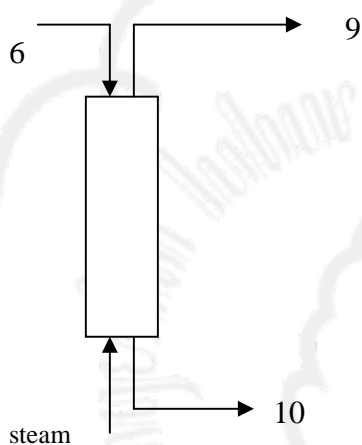
$$\begin{aligned} \text{lapisan atas} &= 0,05332 \% \times 5784,1435 \text{ kg/jam} = 3,0841 \text{ kg/jam} \\ \text{lapisan bawah} &= 3,0879 - 3,0841 \text{ kg/jam} = 0,0038 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Sehingga dapat disajikan sebagai berikut

Komponen	Masuk (kg)	Keluar (kg)	
	5	Atas (6)	Bawah (7)
HF	31397,9987	1017,6268	30380,3719
C_6H_6	13568,3576	13568,3514	0,0061
H_2O	3,0879	3,0841	0,0038
C_7H_8	3,0879	3,0859	0,002
$\text{C}_{12}\text{H}_{24}$	41,5562	41,5562	
$\text{C}_{12}\text{H}_{26}$	83,1728	83,1728	
$\text{C}_{14}\text{H}_{28}$	4,1586	4,1586	
$\text{C}_{18}\text{H}_{30}$	5784,1435	5784,1435	

$C_{20}H_{34}$	110,4439	110,4439	
Jumlah	50996,0071	20615,6232	30380,3838

3. NERACA MASSA DI SEKITAR STRIPPING DISTILLATION WITH OPENING STEAM (MD-01)



Umpan : hasil atas settler

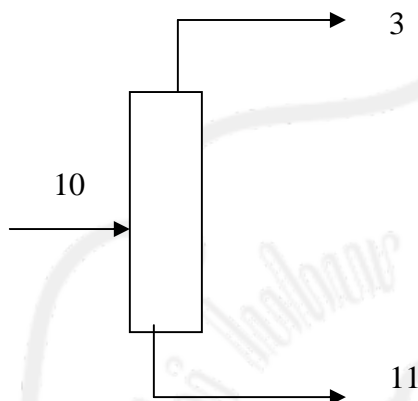
- Diinginkan :
1. Hasil atas, 98,9 % HF dari umpan terpisah
 2. Hasil bawah, 100 % komponen dari umpan

Sehingga dapat disajikan sebagai berikut

Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)	
	6	16	Atas (9)	Bawah (10)
HF	1017,6268		1006,432905	11,1939
C_6H_6	13568,3514			13568,351
H_2O	3,0841	1701,798	1701,798	3,0841
C_7H_8	3,0859			3,0859
$C_{12}H_{24}$	41,5562			41,5562
$C_{12}H_{26}$	83,1728			83,1728
$C_{14}H_{28}$	4,1586			4,1586
$C_{18}H_{30}$	5784,1435			5784,1435

$C_{20}H_{34}$	110,4439			110,4439
Jumlah	20615,6232	1701,798	2708,230905	19609,19
Total	22317,4212		22317,4212	

4. NERACA MASSA DI SEKITAR KOLOM BENZENE (MD-02)



Umpan : hasil bawah stripper

Diinginkan : 1. Hasil atas, 87,975 % C_7H_8 ; 0,0005 % $C_{12}H_{24}$;
 100 % C_6H_6 ; 88,0285 % H_2O dari umpan
 2. Hasil bawah , 100 % TDB dan DDB dari umpan

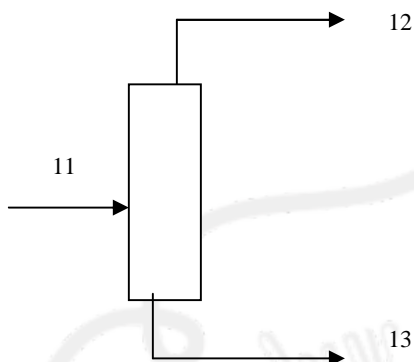
Sehingga dapat disajikan sebagai berikut

Tabel 2.6. Neraca Massa di sekitar Kolom Benzene

Komponen	Masuk (kg) 10	Keluar (kg)	
		Atas (3)	Bawah (11)
HF	11,19389	11,19389	
C_6H_6	13568,3514	13568,3514	
H_2O	3,0841	2,7149	0,3692
C_7H_8	3,0859	2,7148	0,3711
$C_{12}H_{24}$	41,5562	0,0002	41,556
$C_{12}H_{26}$	83,1728		83,1728
$C_{14}H_{28}$	4,1586		4,1586
$C_{18}H_{30}$	5784,1435		5784,1435
$C_{20}H_{34}$	110,4439		110,4439

Jumlah	19609,19029	13585,17	6024,2151
Total	19609,19029	19609,19029	

5. NERACA MASSA DI SEKITAR KOLOM PARAFIN (MD-03)



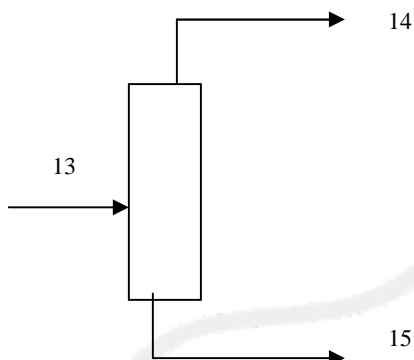
Umpan : hasil atas settler

- Diinginkan :
1. Hasil atas, 100 % H_2O , C_7H_8 , dan C_7H_8 dari umpan
 5 % $\text{C}_{14}\text{H}_{28}$ dari umpan, dan 99,99 % $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$ dari umpan
 2. Hasil bawah, 100 % TDB dan DDB dari umpan

Sehingga dapat disajikan sebagai berikut

Komponen	Masuk (kg) 11	Keluar (kg)	
		Atas (12)	Bawah (13)
H_2O	0,3692	0,3692	
C_7H_8	0,3711	0,3711	
$\text{C}_{12}\text{H}_{24}$	41,556	41,556	
$\text{C}_{12}\text{H}_{26}$	83,1728	83,1645	0,0083
$\text{C}_{14}\text{H}_{28}$	4,1586	0,2079	3,9507
$\text{C}_{18}\text{H}_{30}$	5784,1435		5784,1435
$\text{C}_{20}\text{H}_{34}$	110,4439		110,4439
Jumlah	6024,2152	125,6687	5898,5464
Total	6024,2152	6024,2152	

6. NERACA MASSA DI SEKITAR KOLOM DETERJEN (MD-04)



Umpan : hasil bawah kolom parafin

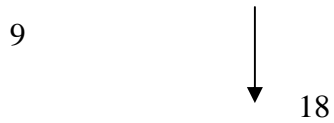
Diinginkan : 1. Hasil atas , 100 % $C_{12}H_{26}$, $C_{14}H_{28}$, dan 99,999 % $C_{18}H_{30}$
 dari umpan
 2. Hasil bawah , 99,99 % $C_{20}H_{34}$

Sehingga dapat disajikan sebagai berikut

Komp	Input(kg) 13	Output(kg)	
		Atas (14)	Bawah(15)
$C_{12}H_{26}$	0,0083	0,0083	
$C_{14}H_{28}$	3,9507	3,9507	
$C_{18}H_{30}$	5784,1435	5784,1435	0,0000006
$C_{20}H_{34}$	110,4439	0,0000017	110,4439
Jumlah	5898,5464	5788,1025	110,4439
Total	5898,5464	5898,5464	

7. NERACA MASSA DI SEKITAR DECANTER(DC-01)





Pemisahan produk settler berdasarkan pada perbedaan berat jenis dan data kelarutan.

Kelarutan HF dalam H₂O = 0,1% berat

Densitas (ρ) HF = 0,8773 gr/cm³

H₂O = 1,0044 gr/cm³

Sehingga H₂O berada pada lapisan bawah dan HF pada lapisan atas.

HF yang terikut pada lapisan bawah = 0,1 % x berat HF

HF yang ada di lapisan atas = 1006,4329 – 1,0064329 kg

Komp	Masuk (kg) 9	Keluar (kg)	
		Bawah (17)	Atas (18)
HF	1006,4329	1,00643	1005,4264
H ₂ O	1701,798	1701,798	
Jumlah	2708,4248	1702,8044	1005,4264
Total	2708,4248	2708,4248	

Lampiran Perhitungan Untuk Mencari K (konstanta kecepatan Reaksi) perancangan

- ❖ Kapasitas pabrik PT. Unggul Indah Cahaya = 210.000 ton/tahun
(sudah operasional)
- ❖ Kapasitas produksi = 24305,55 kg/jam
- ❖ Waktu tinggal (τ) = 14 menit (D.S., Ratna, 2001)
- ❖ Kemurnian produk =

99,95 % $C_{18}H_{30}$

Sehingga banyaknya $C_{18}H_{30}$ adalah

$$99,95 \% (24305,55) \text{ kg/jam} = 24293,403 \text{ kg/jam}$$

$$\text{BM } C_{18}H_{30} = 246,436 \text{ kg/kmol}$$

$$\begin{aligned} \text{Mol. } C_{18}H_{30} &= \frac{24305,55 \text{ .kg/ j}}{246,436 \text{ .kg/ kmol}} \\ &= 98,579 \text{ kmol/jam} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan di bawah ini, benzene dan dodeken masih berada dalam kondisi campuran

$$\text{❖ Yield} = \frac{\text{kmol.DDB}}{\text{kmol.dodeken.masuk}} = \frac{98,579 \text{ .kmol/ jam}}{\text{kmol.dodeken.masuk}} = 0,95$$

$$\text{Dodeken masuk} = \frac{98,579 \text{ .kmol/ jam}}{0,95} = 103,767 \text{ kmol/ jam}$$

❖ Diketahui kondisi di reaktor

$$\frac{\text{kmol.benzene}}{\text{kmol.dodeken}} = 8, \text{ sehingga}$$

$$\begin{aligned} \text{kmol benzene} &= 8 (\text{ kmol dodeken }) \\ &= 830,13856 \text{ kmol/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma \text{ mol hidrokarbon} &= \text{mol benzene} + \text{mol dodeken} \\ &= 830,13856 + 103,767 \\ &= 933,90556 \text{ kmol/jam} \end{aligned}$$

Asumsi : basis perhitungan selama 1 jam operasi, maka

$$\begin{aligned} \Sigma \text{ volum hidrokarbon} &= \text{volume reaktan mula-mula} \\ &= \text{volum benzene} + \text{volum dodeken} \\ &= \sum \frac{x_i \cdot B M_i}{\rho_i} = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\frac{830,13856 \cdot \text{kmol} \cdot 78,1048 \cdot \text{kg/kmol}}{847,787 \cdot \text{kg/m}^3} + \frac{103,767 \cdot \text{kmol} \cdot 168,9244 \cdot \text{kg/kmol}}{737,5546 \cdot \text{kg/m}^3} \\ &= 100,2445 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Menghitung C_{A0} dan C_{B0}

$$C_{Bo} = \frac{\text{mol.benzen.mula} - \text{mula}}{\text{volume.reak tan.mula} - \text{mula}}$$

$$= \frac{830,13856}{100,2445} \text{ mol/liter}$$

$$= 8,281 \text{ mol/liter}$$

$$C_{Ao} = \frac{\text{mol.dodeken.mula} - \text{mula}}{\text{volume.reak tan.mula} - \text{mula}}$$

$$= \frac{103,767}{100,2445} \text{ mol/liter}$$

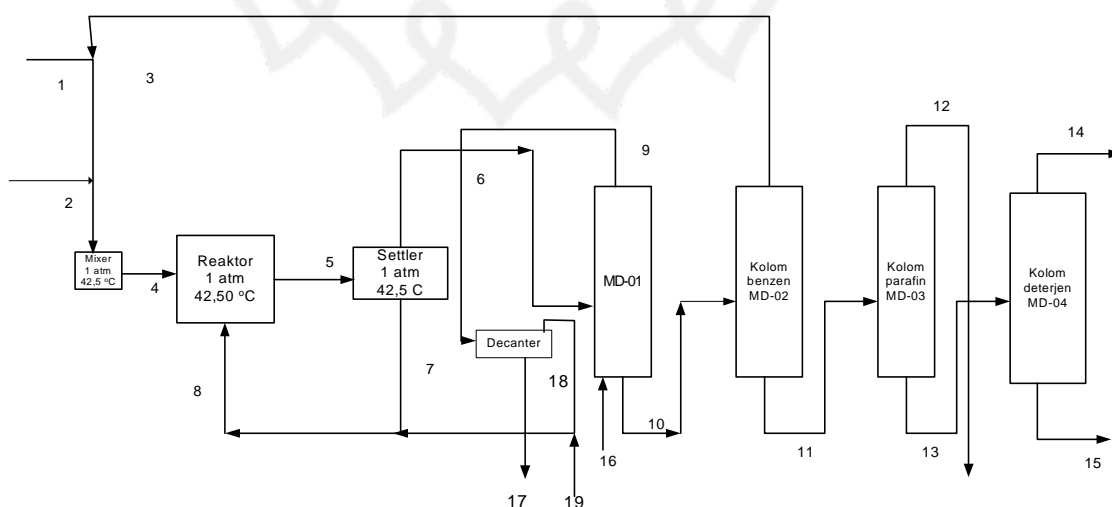
$$= 1,03513 \text{ mol/liter}$$

II.4. Neraca Massa dan Neraca Panas

II. 4.1. Neraca Massa

Hasil perhitungan bersumber dari lampiran perhitungan neraca massa

(lampiran B)



❖ Neraca Massa di Setiap Alat

1. Neraca Massa di sekitar Mixer

Tabel 2.2. Neraca massa di sekitar Mixer

Komponen	Masuk (kg)			Keluar (kg)
	Arus			
	1	2	3	4
HF			11,1939	11,1939
C ₆ H ₆	1864,8635		13568,3518	15433,215
H ₂ O	0,3731		2,7148	3,0879
C ₇ H ₈	0,3731		2,7148	3,0879
C ₁₂ H ₂₄		3992,2955		3992,2955
C ₁₂ H ₂₆		83,1728		83,1728
C ₁₄ H ₂₈		83,1728		83,1728
Jumlah	1865,6097	4158,6411	13584,9753	19609,226
Total		19609,2261		19609,226

2. Neraca Massa di sekitar Reaktor

Tabel 2.3. Neraca Massa di sekitar Reaktor

Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)
	4	8	5
HF	11,1939	31386,8048	31397,9987
C ₆ H ₆	15433,2153		13568,3575
H ₂ O	3,0879		3,0879
C ₇ H ₈	3,0879		3,0879
C ₁₂ H ₂₄	3992,2955		41,5562
C ₁₂ H ₂₆	83,1728		83,1728
C ₁₄ H ₂₈	83,1728		4,1586
C ₁₈ H ₃₀			5784,1435
C ₂₀ H ₃₄			110,4439
Jumlah	19609,2261	31386,8048	50996,007
Total	50996,0309		50996,007

3. Neraca Massa di sekitar Settler

Tabel 2.4. Neraca Massa di sekitar *Settler*

Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)	
	5		Atas (6)	Bawah (7)
HF	31397,9987		1017,6268	30380,3719
C ₆ H ₆	13568,3576		13568,3514	0,0061
H ₂ O	3,0879		3,0841	0,0038
C ₇ H ₈	3,0879		3,0859	0,002
C ₁₂ H ₂₄	41,5562		41,5562	
C ₁₂ H ₂₆	83,1728		83,1728	
C ₁₄ H ₂₈	4,1586		4,1586	
C ₁₈ H ₃₀	5784,1435		5784,1435	
C ₂₀ H ₃₄	110,4439		110,4439	
Jumlah	50996,0071		20615,6232	30380,3838

4. Neraca Massa di sekitar Stripper

Tabel 2.5. Neraca Massa di sekitar *Stripper*

Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)	
	6	16	Atas (9)	Bawah (10)
HF	1017,6268		1006,432905	11,1939
C ₆ H ₆	13568,3514			13568,351
H ₂ O	3,0841	1701,798	1701,798	3,0841
C ₇ H ₈	3,0859			3,0859
C ₁₂ H ₂₄	41,5562			41,5562
C ₁₂ H ₂₆	83,1728			83,1728
C ₁₄ H ₂₈	4,1586			4,1586
C ₁₈ H ₃₀	5784,1435			5784,1435
C ₂₀ H ₃₄	110,4439			110,4439
Jumlah	20615,6232	1701,798	2708,230905	19609,19
Total	22317,4212		22317,4212	

5. Neraca Massa di sekitar Kolom Benzen (MD-02)

Tabel 2.6. Neraca Massa di sekitar Kolom Benzene (MD-02)

Komponen	Masuk (kg) 10	Keluar (kg)	
		Atas (3)	Bawah (11)
HF	11,19389	11,19389	
C ₆ H ₆	13568,3514	13568,3514	
H ₂ O	3,0841	2,7149	0,3692
C ₇ H ₈	3,0859	2,7148	0,3711
C ₁₂ H ₂₄	41,5562	0,0002	41,556
C ₁₂ H ₂₆	83,1728		83,1728
C ₁₄ H ₂₈	4,1586		4,1586
C ₁₈ H ₃₀	5784,1435		5784,1435
C ₂₀ H ₃₄	110,4439		110,4439
Jumlah	19609,19029	13585,17	6024,2151
Total	19609,19029	19609,19029	

6. Neraca Massa di sekitar Kolom Parafin (MD-03)

Tabel 2.7. Neraca Massa di sekitar Kolom Parafin (MD-03)

Komponen	Masuk (kg) 11	Keluar (kg)	
		Atas (12)	Bawah (13)
H ₂ O	0,3692	0,3692	
C ₇ H ₈	0,3711	0,3711	
C ₁₂ H ₂₄	41,556	41,556	
C ₁₂ H ₂₆	83,1728	83,1645	0,0083
C ₁₄ H ₂₈	4,1586	0,2079	3,9507
C ₁₈ H ₃₀	5784,1435		5784,1435
C ₂₀ H ₃₄	110,4439		110,4439
Jumlah	6024,2152	125,6687	5898,5464
Total	6024,2152	6024,2152	

7. Neraca Massa di sekitar Kolom Detejen (MD-04)

Tabel 2.8. Neraca Massa di sekitar Kolom Deterjen (MD-04)

Komponen	Masuk (kg) 13	Keluar (kg)	
		Atas (14)	Bawah (15)
C ₁₂ H ₂₆	0,0083	0,0083	
C ₁₄ H ₂₈	3,9507	3,9507	
C ₁₈ H ₃₀	5784,1435	5784,1435	0,0000006
C ₂₀ H ₃₄	110,4439	0,0000017	110,4439
Jumlah	5898,5464	5788,1025	110,4439006
Total	5898,5464	5898,5464	

8. Neraca Massa di sekitar *Decanter*

Tabel 2.9. Neraca Massa di sekitar *Decanter*

Komp	Masuk (kg) 9	Keluar (kg)	
		Bawah (17)	Atas (18)
HF	1006,4329	1,00643	1005,4264
H ₂ O	1701,798	1701,798	
Jumlah	2708,4248	1702,8044	1005,4264
Total	2708,4248	2708,4248	

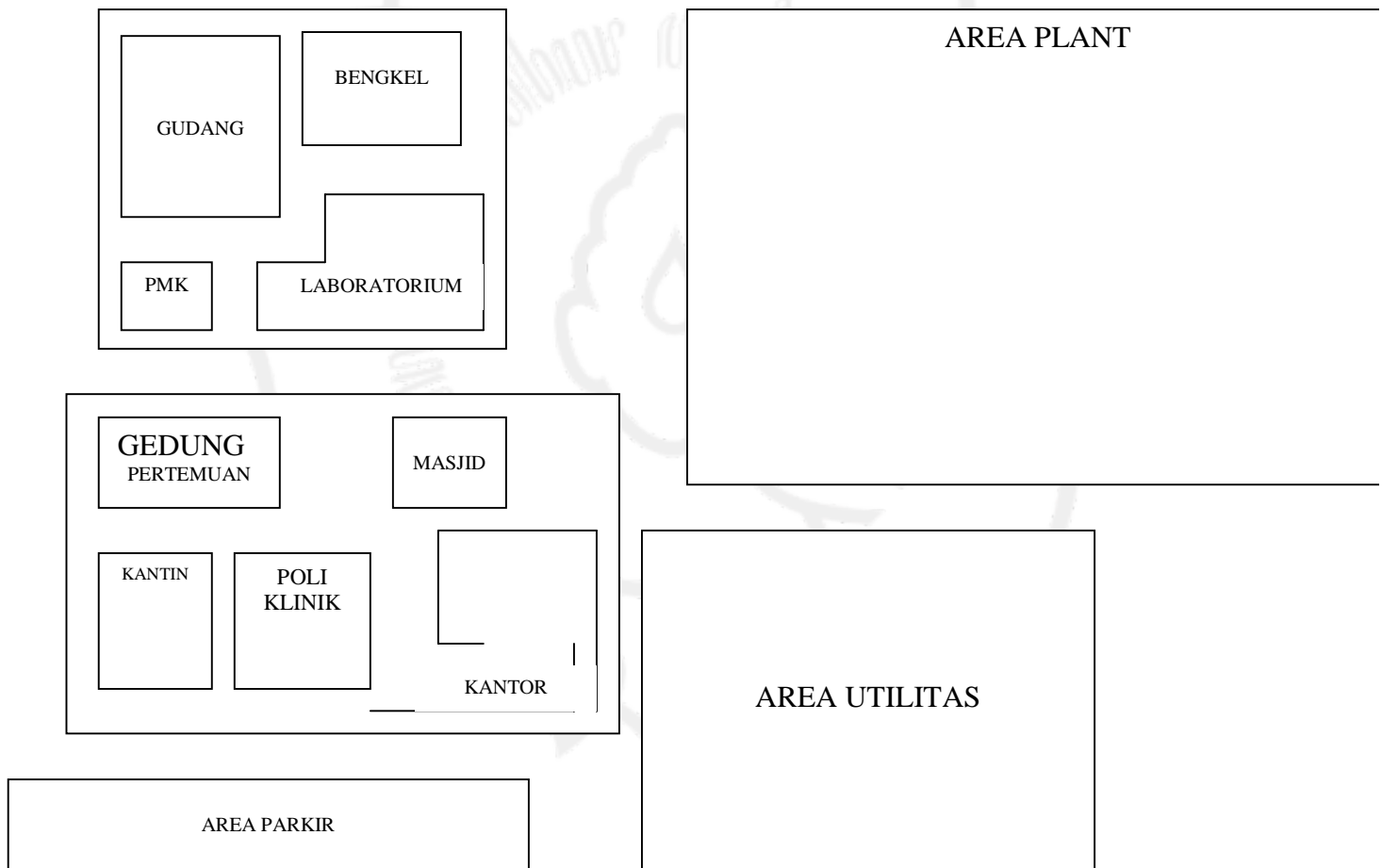
❖ Neraca Massa

Keseluruhan

Tabel 2.10. Neraca Massa Keseluruhan Sistem

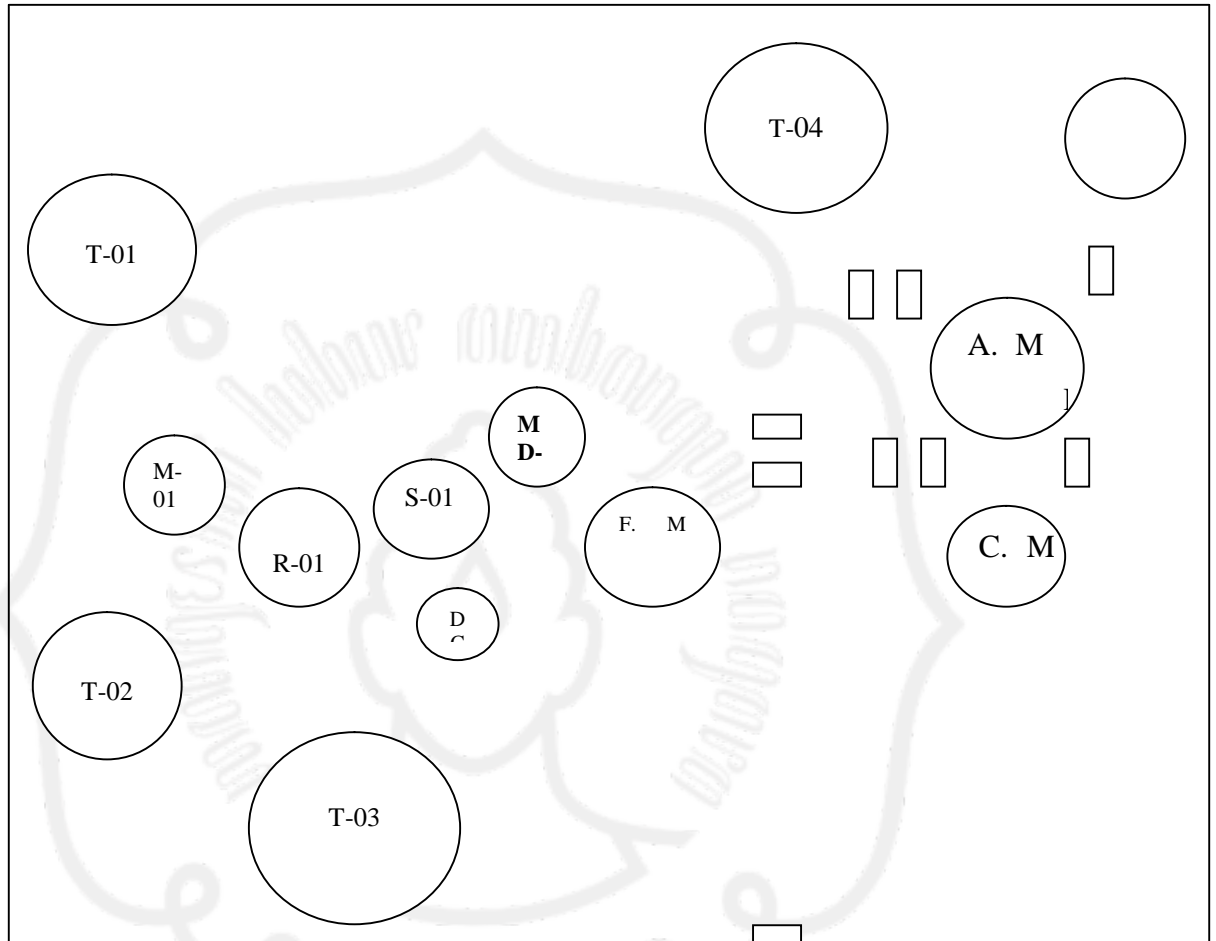
Komp	Input				Output			
	Arus 1	Arus 2	Arus 16	Arus 19	Arus 12	Arus 14	Arus 15	Arus 17
HF				1,0064				1,00643
C ₆ H ₆	1864,864							
H ₂ O	0,3731		1701,80		0,3692			1701,8
C ₇ H ₈	0,3731				0,3711			

$C_{12}H_{24}$		3992,296			41,556			
$C_{12}H_{26}$		83,1728			83,1645	0,0083		
$C_{14}H_{28}$		83,1728			0,2079	3,9507		
$C_{18}H_{30}$						5784,144	6E-07	
$C_{20}H_{34}$						0,0000017	110,44	
	1865,61	4158,641	1701,8	1,0064	125,669	5788,103	110,44	1702,8
Total	7727,055233				7727,05523			



Skala = 1 : 3200

Gambar 2.4. Tata Letak Pabrik



Gambar 2.5. Layout Peralatan Proses