

LAMPIRAN

لَا إِلَهَ إِلَّا اللَّهُ مُحَمَّدٌ رَسُوْلُهُ

REAKTOR

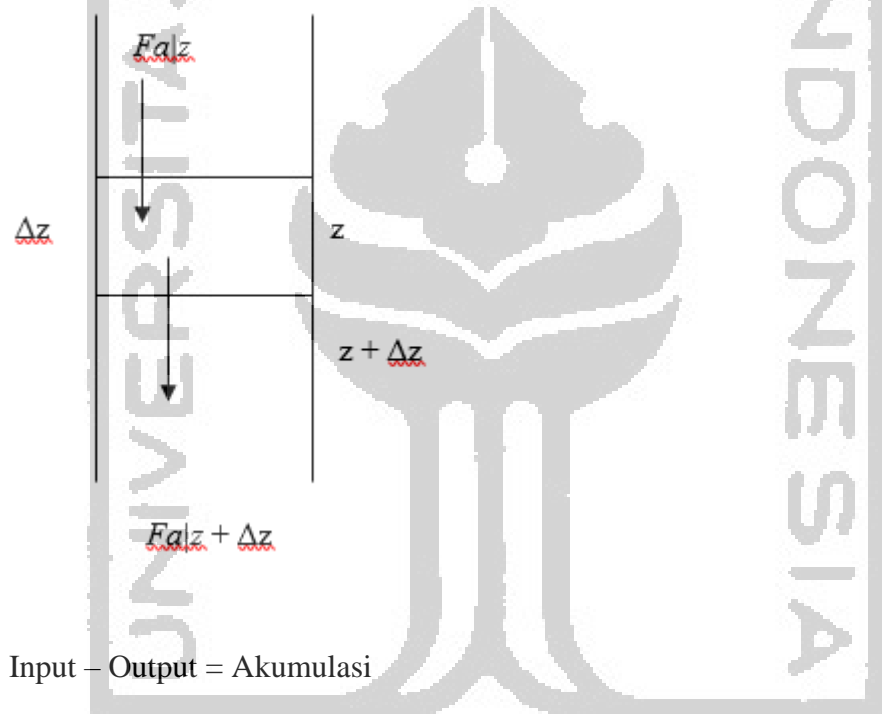
Fungsi : Mereaksikan ethylene dengan steam membentuk ethanol

Tipe : Fixed Bed Multi Tube

PERSAMAAN DIFFERENSIAL

1. Neraca Massa pada Elemen Volume

Ditinjau untuk 1 pipa



$$Fa|_z - (Fa|_{z + \Delta z} + (-r\Lambda)\Delta V \cdot \rho_B) = 0$$

$$Fa|_z - (Fa|_{z + \Delta z} - (-r\Lambda)\Delta V \cdot \rho_B) = 0$$

$$Fa|_z - (Fa|_{z + \Delta z} = (-r\Lambda)\Delta V \cdot \rho_B) = 0$$

$$\Delta V = \frac{\pi \cdot Di^2}{4} \cdot \rho_B \cdot \Delta z$$

$$Fa \Big|_z - Fa \Big|_{z + \Delta z} = \frac{(-r\Lambda) \cdot \pi \cdot Di^2 \cdot \rho_B \cdot \Delta z}{4}$$

$$Fa \Big|_z - Fa \Big|_{z + \Delta z} = \frac{(-r\Lambda) \cdot \pi \cdot Di^2 \cdot \rho_B}{4}$$

$$-\frac{\Delta F\Lambda}{\Delta z} = \frac{(-r\Lambda) \cdot \pi \cdot Di^2 \cdot \rho B}{4}$$

$$F\Lambda = F\Lambda_0(1 - X\Lambda)$$

$$\Delta F\Lambda = -F\Lambda_0 \cdot \Delta X\Lambda$$

$$-\frac{\Delta F\Lambda}{\Delta z} = \frac{(-r\Lambda) \cdot \pi \cdot Di^2 \cdot \rho B}{4}$$

$$F\Lambda = F\Lambda_0(1 - X\Lambda)$$

$$\Delta F\Lambda = -F\Lambda_0 \cdot \Delta X\Lambda$$

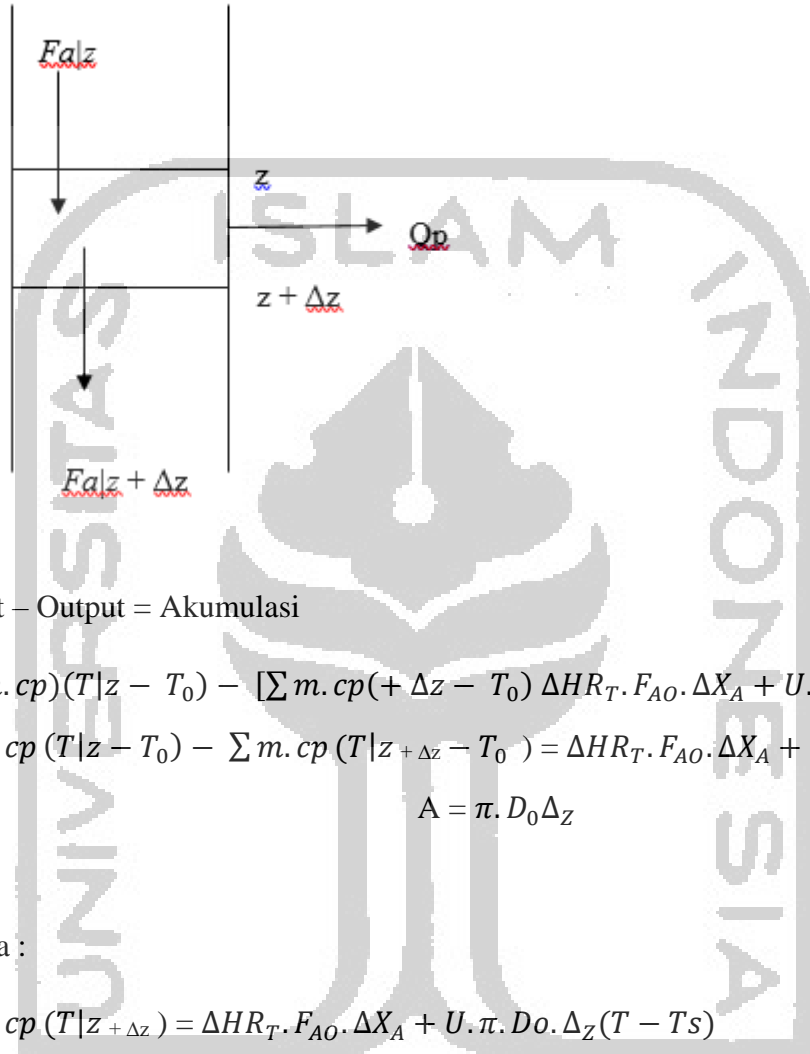
$\lim \Delta Z \rightarrow 0$

$$\frac{dX\Lambda}{dz} = \frac{(-r\Lambda) \cdot \pi \cdot Di^2 \cdot \rho B}{4 \cdot F_{A0}}$$

Dimana :

- $dX\Lambda/dz$ = Perubahan konversi per satuan panjang
- $(-r_A)$ = Kecepatan reaksi kimia
- Di = Diameter dalam pipa
- F_{A0} = Kecepatan molar A mula-mula
- ρ_a = densitas bulk, gr/cm^3

2. Neraca Panas pada Elemen Volume



Input – Output = Akumulasi

$$(\sum m. cp)(T|z - T_0) - [\sum m. cp(+ \Delta z - T_0) \Delta HR_T \cdot F_{A0} \cdot \Delta X_A + U \cdot A(T - T_s)]$$

$$\sum m. cp (T|z - T_0) - \sum m. cp (T|z + \Delta z - T_0) = \Delta HR_T \cdot F_{A0} \cdot \Delta X_A + U \cdot A(T - T_s)$$

$$A = \pi \cdot D_0 \Delta z$$

Maka :

$$\sum m. cp (T|z + \Delta z) = \Delta HR_T \cdot F_{A0} \cdot \Delta X_A + U \cdot \pi \cdot D_0 \cdot \Delta z (T - T_s)$$

$$\frac{(T|z - T|z + \Delta z)}{\Delta z} = \frac{\Delta HR_T \cdot F_{A0} \cdot \frac{\Delta X_A}{\Delta Z} + U \cdot D_0 (T - T_s)}{\sum m. cp}$$

$$-\frac{\Delta T}{\Delta z} = \frac{\Delta HR_T \cdot F_{A0} \cdot \frac{\Delta X_A}{\Delta Z} + U \cdot D_0 (T - T_s)}{\sum m. cp}$$

lim $\Delta Z \rightarrow 0$

$$-\frac{dT}{dZ} = \frac{\Delta HR_T \cdot F_{A0} \cdot \frac{dX_A}{dZ} + U \cdot D_0 (T - T_s)}{\sum m. cp}$$

$$\frac{dT}{dz} = \frac{-\Delta HR_T \cdot F_{AO} \cdot \frac{dX_A}{dz} + U \cdot D_o(T - T_s)}{\sum m \cdot cp}$$

Dimana :

dT/dz = Perubahan suhu per satuan panjang

ΔHR_T = Panas reaksi

U = Overall heat transfer

D_o = Diameter luar pipa

T_s = Suhu pendingin

$\sum m \cdot cp$ = Kapasitas panas campuran

3. Neraca Panas pada Pendingin

Pendingin yang dipakai adalah Dowtherm A. Sifat-sifat fisis Dowtherm A:

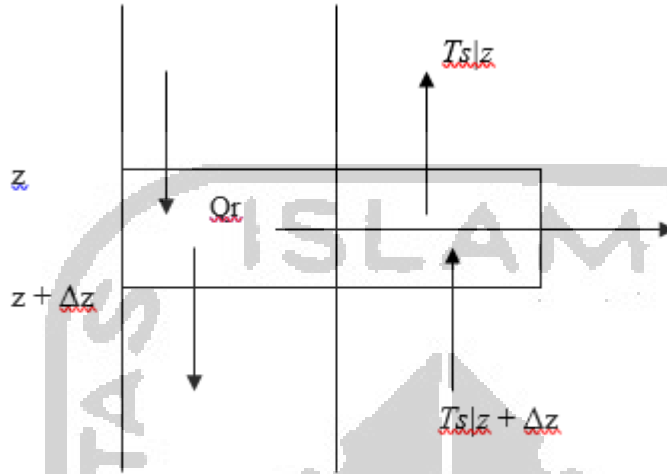
- ◆ Tidak bereaksi kimiawi dengan logam
- ◆ Tidak beracun
- ◆ Stabil pada suhu 200 - 750 °F
- ◆ $C_p = 0,11152 + 3,402 \cdot 10^{-4} T$, cal/gr.°K

◆ $\rho = 1,3644 - 9,7073 \cdot 10^{-4} T$, gr/cm³

◆ $\mu = 35,5898 - 0,04212 T$, gr/cm.jam

◆ $k = 0,84335 - 5,8076 \cdot 10^{-4} T$, cal/jam.cm.°K

Aliran pendingin dalam reaktor berlawanan arah dengan aliran gas



Input – Output = Akumulasi

$$(\sum m. cP)p. T|z + \Delta z - T_o) + U. A(T - T_s) - (\sum m. cP)p. (T_s|z - T_o) = 0$$

$$(\sum m. cP)p. T_s|z + \Delta z - T_s|z) = -U. A(T - T_s)$$

$$A = \pi. D_o. \Delta z$$

$$(\sum m. cP)p. T_s|z + \Delta z - T_s|z) = -U. \pi. D_o. \Delta z(T - T_s)$$

$$\frac{(T_s|z - T_s|z + \Delta z)}{\Delta z} = \frac{U. \pi. D_o. (T - T_s)}{(m. cP)p}$$

$$\frac{\Delta T_s}{\Delta z} = \frac{-U. \pi. D_o. (T - T_s)}{(m. cP)p}$$

$\lim \Delta z \rightarrow 0$

$$\frac{dT_s}{dz} = \frac{U. \pi. D_o. (T - T_s)}{(m. cP)p}$$

Dimana :

dT_s/dz = Perubahan suhu pendingin per satuan panjang

$(\sum m. cP)p$ = Kapasitas panas pendingin

4. Penurunan Tekanan (Pressure Drop)

Penurunan tekanan dalam pipa yang berisi katalisator (fixed bed) dipakai rumus 11.6,11.7,11.8, B (Rase, hal. 492)

sehingga :

$$\frac{gc \cdot dp}{Vs \cdot dz} = 150 \frac{(1-E)^2}{E^3} \cdot \frac{\mu}{Dp^2} + 1,75 \frac{(1-E)}{E^3} \cdot \frac{G}{Dp}$$

$$fk = 1,75 + 150 \left(\frac{1-E}{DpG/\mu} \right)$$

$$\frac{dp}{dz} = - \frac{fk \cdot Gt^2}{Dp \cdot RM \cdot gc} \left(\frac{1-E}{E} \right)$$

Dimana :

Gt = Kecepatan aliran massa gas dalam pipa, gr/cm². jam

Dp = Diameter partikel katalisator, cm

Gc = Gaya gravitasi, cm/jam

E = Porositas tumbukan katalisator

μ = Viskositas gas, gr/cm. jam

5. Katalisator

Jenis : Asam Phospat dengan Silika Gel

Bentuk : silinder

Ukuran

D : 5/32 in = 0,3969 cm

L : 5/32 in = 0,3969 cm

Bulk density : 200 kg/cm³ = 0,2 gr/cm³

Bila dinyatakan dalam diameter ekuivalen :yaitu diameter bola yang mempunyai volume yang sama dengan silinder(partikel), maka :

$$V_s = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot L$$

$$= \frac{\pi}{4} \cdot (0,3969)^2 \cdot (0,3969)$$

$$= 0,0491 \text{ cm}^3$$

$$V_b = \frac{\pi}{6} \cdot (D_p)^3$$

$$0,0491 = \frac{\pi}{6} \cdot (D_p)^3$$

$$D_p = \left(\frac{6 \cdot 0,0491}{\pi} \right)^{1/3}$$

$$= 0,4543 \text{ cm}$$

6. Pemilihan Pipa

Diameter reaktor dipilih berdasarkan pertimbangan agar perpindahan panas berjalan dengan baik. Karena reaksinya eksotermis maka dipilih aliran gas dalam pipa turbulen agar perpindahan panasnya besar.

Pengaruh rasio D_p/D_t terhadap koefisien perpindahan panas dalam pipa yang berisi butir-butir katalisator dibandingkan dengan pipa kosong yaitu : hw/h , telah diteliti oleh Colburn's (Smith, Chemical Kinetics Engineering, hal 571) yaitu:

D_p/D_t	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
hw/h	5,5	7,0	7,8	7,5	7,0	6,6

dipilih $D_p/D_t = 0,15$

dimana :

hw : koefisien perpindahan panas dalam pipaberisi katalis

h : koefisien perpindahan panas dalam pipa kosong

Dp : diameter katalisator

Dt : diameter tube

Sehingga :

$$Dp/Dt = 0,15$$

$$Dp = 0,4543 \text{ cm}$$

$$Dt = \left(\frac{0,4543}{0,15} \right)$$

$$= 3,0289 \text{ cm}$$

$$= 1,1925 \text{ inch}$$

dari hasil perhitungan tersebut maka diambil ukuran pipa standar agar koefisien perpindahan panasnya baik. (Kern)

Dari tabel 11 Kern, Process Heat Transfer, hal 844 dipilih pipa dengan spesifikasi sebagai berikut:

$$\text{nominal pipe size} = 1,25 \text{ inch}$$

$$\text{out side diameter} = 4,2164 \text{ cm}$$

$$\text{inside diameter} = 3,5052 \text{ cm}$$

$$\text{flow area per pipe} = 1,5 \text{ inch}$$

$$\text{surface per lin.ft} = 0,435 \text{ ft}^2/\text{ft}$$

$$\text{surface luar} = 0,362 \text{ ft}^2/\text{ft}$$

$$\text{sc number} = 40$$

7. Mencari UD (Design Overall Coefficient)

hi untuk aliran turbulen dalam pipa dapat dihitung dengan rumus 6-2 Kern, Process Heat Transfer, hal 103 :

$$h_i = 0,027 \cdot \frac{k}{D_i} \cdot (RE)^{0,8} (PR)^{1/3}$$

$$RE = \frac{GT \cdot DP}{\mu_R} \quad ; \quad PR = \frac{C_{pm} \cdot \mu_R}{k}$$

dimana :

k: konduktivitas campuran gas, cal/j.m.k

$$k = \frac{\sum y_i k_i (B_{mi})^{1/3}}{\sum y_i (B_{mi})^{1/3}} \quad (\text{perry, 5-ed.3-249})$$

Keterangan :

B_{Mi} : berat molekul gas

y_i : fraksi mol

Re : bilangan Reynold

D_p : diameter partikel katalisator, cm

GT : kecepatan massa campuran gas, gr/jam²

μ_R : viskositas campuran gas, gr/dt.cm

C_p : kapasitas panas campuran gas, ml/g.mol. K

: ∑ C_{pi}.y_i

p.p : viskositas pendingin, gr/dt.cm

K_p :konduktivitas pendingin, cal/j.m.K

ID : diameter dalam pipa,cm

Dari perhitungan sebelumnya untuk perbandingan $D_p/D_t = 0,15$ maka $h_{iw}/h_i = 7,8$. harga ini dari data hasil penelitian Colburn's (Smith, Chemical Engineering Kinetics, hal 511) sehingga:

$$h_i \text{ katalisator} = 7,8 \cdot h_i \text{ (tanpa katalisator)}$$

Harga h_o dapat dihitung dengan persamaan :

$$h_o = 0,36 \cdot \frac{K_p}{De} (REs)^{0,55} (PRs)^{1/3}$$

dimana :

K_p : konduktivitas pendingin Dowtherm A. cal/j.m.⁰K

De : diameter shell, cm

REs : bilangan Reynolds = $DE.GS/VP$

PRs : bilangan Prandtl = $CPP.\mu_p/K_p$

$$De = \frac{4 \cdot (Ptc^2 - \pi \cdot OD^2)/4}{\pi \cdot OD}$$

$$Asi = \frac{ID \cdot CL \cdot B}{Ptc}$$

$$CL = Ptc - OD$$

$$B = 0,25 \times ID$$

$$Ptc = 1,25 \times OD$$

$$Gs = \frac{ms}{Asi}$$

Dimana :

CI : Clearance antar tube, cm

B : Baffle spacing, cm

Asi: Flowarea shell, cm²

ms : Weight flow pendingin

Gs : Kecepatan massa dalam shell. G/j.cm²

Ptc : pitch

8. UC (Koefisien Overall pada Pipa Bersih)

$$UC = \frac{h_{io} \times h_o}{h_{io} + h_o}, \text{ cal / j.}^\circ \text{ K.cm}^2$$

$$\text{dengan } h_{io} = \frac{h_i \times ID}{OD}$$

9. Dirty Factor/Fouling Factor (Rd)

Dari Kern, Process Heat Transfer, hal 845 diperoleh

Untuk uap organic, Rd : 0,0005

Untuk cairan organic, Rd : 0,001

Rd total = 0,0005 + 0,001 = 0,0015 ft²j °F/Btu

= 0,00307 J cm² °K/cal

Sehingga :

$$UD = \frac{UC}{Rd(UC+1)}, \text{ cal/jcm}^2 \text{ K}$$

$$= 1 / (0,00307 + 1)$$

$$= 0,9969 \text{ cal/jcm}^2 \text{ K}$$

10. Menghitung Jumlah Pipa

Dari fig 2,22 Brown "Unit Operation" hal 213 berdasarkan perbandingan

Dp/Dt didapat porositas (E) = 0,36

$$\text{Faktor Sphericity (Y)} = \frac{\text{luas permukaan bola dengan volume partikel}}{\text{luas permukaan partikel}}$$

$$Y = \frac{\pi \cdot Dp^2}{\left[\pi \cdot D \cdot L + \left(2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \right) \right]}$$

$$= \frac{3,14 \cdot (0,4543^2)}{\left[3,14 \cdot 0,3969 \cdot 0,3969 + 2 \left(\frac{3,14}{4} \right) (0,3969)^2 \right]}$$

$$= 0,7698$$

dari fig 219 Brown hal 211 didapat $F_{RE} = 50,8$

maka :

$$Re = \frac{F_{RE} \cdot GT \cdot DP}{\mu}, \mu \text{ camp} = 1,72 \cdot 10^{-4} \text{ gr/dt.cm}$$

$$\text{Luas penampang pipa (Ao)} = \frac{\pi}{4} \cdot ID^2$$

$$= 3,14/4(3.5052)^2 = 9.6448 \text{ cm}^2$$

$Re = 3100 \rightarrow$ aliran turbulen ($Re \gg \gg$)

$$GT = (3100 \times \mu) / Dp$$

$$= 3100 \times (0,000172 / 3.5052) = 0,152 \text{ gr/dt.cm}^2$$

Kecepatan umpan gas (G)

$$G = \frac{19934,1158 \times 1000}{3600} = 5537,2544 \text{ gr/dt}$$

$$At = G/Gt$$

$$= 5537,2544/0,1522 = 36392,1960 \text{ cm}^2$$

Jumlah pipa maksimum

$$N_{t_{\max}} = At/Ao = 39362,1960/9.6448 = 3773,2276 \approx 3774 \text{ pipa}$$

z (m)	x	T (K)	Ts (K)	$\int \Delta CP \cdot dT$ (j/mol), reaksi 1	(-ΔHR)	P (atm)
0	0	523.0000	423.0000	13261.6637	228208.3363	68.000000
0.1000	0.0387	523.0003	431.7363	13261.6853	228208.3147	68.000002
0.2000	0.0760	523.0014	439.6176	13261.7628	228208.2372	68.000005
0.3000	0.1118	523.0032	446.7445	13261.8857	228208.1143	68.000007
0.4000	0.1462	523.0056	453.2025	13262.0452	228207.9548	68.000010
0.5000	0.1793	523.0083	459.0648	13262.2343	228207.7657	68.000012
0.6000	0.2111	523.0114	464.3951	13262.4470	228207.5530	68.000015
0.7000	0.2416	523.0148	469.2484	13262.6782	228207.3218	68.000017
0.8000	0.2710	523.0183	473.6730	13262.9239	228207.0761	68.000020
0.9000	0.2993	523.0221	477.7114	13263.1805	228206.8195	68.000022
1.0000	0.3264	523.0259	481.4010	13263.4451	228206.5549	68.000025
1.1000	0.3525	523.0299	484.7750	13263.7153	228206.2847	68.000027
1.2000	0.3776	523.0338	487.8630	13263.9889	228206.0111	68.000030
1.3000	0.4018	523.0378	490.6913	13264.2643	228205.7357	68.000032
1.4000	0.4249	523.0419	493.2835	13264.5400	228205.4600	68.000035
1.5000	0.4472	523.0459	495.6607	13264.8146	228205.1854	68.000037
1.6000	0.4687	523.0498	497.8420	13265.0873	228204.9127	68.000040
1.7000	0.4893	523.0538	499.8446	13265.3572	228204.6428	68.000042
1.8000	0.5091	523.0576	501.6840	13265.6235	228204.3765	68.000045
1.9000	0.5281	523.0614	503.3741	13265.8857	228204.1143	68.000047
2.0000	0.5464	523.0652	504.9277	13266.1433	228203.8567	68.000049
2.1000	0.5640	523.0689	506.3564	13266.3958	228203.6042	68.000052
2.2000	0.5809	523.0725	507.6705	13266.6431	228203.3569	68.000054
2.3000	0.5972	523.0760	508.8797	13266.8848	228203.1152	68.000057
2.4000	0.6128	523.0794	509.9927	13267.1208	228202.8792	68.000059
2.5000	0.6279	523.0828	511.0172	13267.3509	228202.6491	68.000062
2.6000	0.6423	523.0860	511.9607	13267.5751	228202.4249	68.000064
2.7000	0.6562	523.0892	512.8297	13267.7932	228202.2068	68.000067
2.8000	0.6695	523.0923	513.6302	13268.0054	228201.9946	68.000069
2.9000	0.6824	523.0953	514.3678	13268.2115	228201.7885	68.000072
3.0000	0.6947	523.0982	515.0475	13268.4117	228201.5883	68.000074
3.1000	0.7066	523.1010	515.6741	13268.6059	228201.3941	68.000077
3.2000	0.7179	523.1038	516.2516	13268.7942	228201.2058	68.000079
3.3000	0.7289	523.1064	516.7841	13268.9767	228201.0233	68.000082
3.4000	0.7394	523.1090	517.2751	13269.1535	228200.8465	68.000084
3.5000	0.7495	523.1115	517.7279	13269.3247	228200.6753	68.000087
3.6000	0.7593	523.1139	518.1455	13269.4904	228200.5096	68.000089
3.7000	0.7686	523.1162	518.5308	13269.6506	228200.3494	68.000092
3.8000	0.7776	523.1185	518.8862	13269.8057	228200.1943	68.000094
3.9000	0.7862	523.1207	519.2140	13269.9555	228200.0445	68.000096
4.0000	0.7946	523.1228	519.5166	13270.1003	228199.8997	68.000099
4.1000	0.8025	523.1248	519.7957	13270.2403	228199.7597	68.000101
4.2000	0.8102	523.1268	520.0533	13270.3754	228199.6246	68.000104

4.3000	0.8176	523.1287	520.2911	13270.5059	228199.4941	68.000106
4.4000	0.8247	523.1305	520.5106	13270.6319	228199.3681	68.000109
4.5000	0.8315	523.1323	520.7131	13270.7535	228199.2465	68.000111
4.6000	0.8380	523.1340	520.9002	13270.8709	228199.1291	68.000114
4.7000	0.8443	523.1356	521.0728	13270.9841	228199.0159	68.000116
4.8000	0.8504	523.1372	521.2322	13271.0933	228198.9067	68.000119
4.9000	0.8562	523.1388	521.3794	13271.1986	228198.8014	68.000121
5.0000	0.8618	523.1402	521.5153	13271.3001	228198.6999	68.000124
5.1000	0.8671	523.1417	521.6408	13271.3980	228198.6020	68.000126
5.2000	0.8723	523.1430	521.7567	13271.4924	228198.5076	68.000129
5.3000	0.8773	523.1444	521.8637	13271.5834	228198.4166	68.000131
5.4000	0.8820	523.1456	521.9626	13271.6710	228198.3290	68.000134
5.5000	0.8866	523.1469	522.0539	13271.7555	228198.2445	68.000136
5.6000	0.8910	523.1480	522.1382	13271.8368	228198.1632	68.000139
5.7000	0.8953	523.1492	522.2162	13271.9152	228198.0848	68.000141
5.8000	0.8993	523.1503	522.2882	13271.9907	228198.0093	68.000144
5.9000	0.9033	523.1513	522.3547	13272.0635	228197.9365	68.000146
6.0000	0.9070	523.1524	522.4161	13272.1335	228197.8665	68.000148
6.1000	0.9106	523.1533	522.4729	13272.2009	228197.7991	68.000151
6.2000	0.9141	523.1543	522.5254	13272.2659	228197.7341	68.000153
6.3000	0.9174	523.1552	522.5739	13272.3284	228197.6716	68.000156
6.4000	0.9207	523.1561	522.6188	13272.3886	228197.6114	68.000158
6.5000	0.9237	523.1569	522.6602	13272.4465	228197.5535	68.000161
6.6000	0.9267	523.1577	522.6985	13272.5023	228197.4977	68.000163

UNIVERSITY OF ISLAMIC STUDIES
 KUALA LUMPUR
 111

SPEKIFIKASI REAKTOR

1. Spesifikasi Tube:

Susunan pipa : triangular pitch

Nominal Pipe Size (IPS) : 1 1/2 in

Outside Diameter(OD) : 1,5 in

Inside Diameter(ID) : 1.370 in

Sch No : 40

Surface per lin ft

Inside : 0,393 ft²/ft

Outside : 0,359 ft²/ft

Pitch : 2.075 in

Clearance : 0.4150 in

2. Menghitung Tebal Shell

Dipilih material Stainless Steel SA - 316 Grade C karena cocok untuk tekanan

tinggi. (table 13.1 Brownell 'n Young)

Tekanan desain reaktor

$P = 68 \text{ atm}$

Allowable Stress (S) = 13750 psi

Efisiensi sambungan (e) = 0,8 (double welded butt join)

Faktor korosi (C) = 0,125 inch

Jari-jari tangki (ri) = 30.55085 inch

$$\begin{aligned}
 T_{shell} &= \frac{P \cdot r_i}{f \cdot E - 0,6 P} + C \\
 &= \frac{68 \times 30.15965}{13750 \times 0,8 - 0,6 \times 68} + 0,125 \\
 &= 2,6807 \text{ inch}
 \end{aligned}$$

Dipakai tebal shell standar 2 3/4 inch

3. Menghitung Tebal Head

Bentuk Head Elliptical, Dished Head 2 : 1 (Elipzoidal) karena cocok tekanan tinggi. Digunakan bahan stainless steel SA-316 grade C

Tekanan reaktor (P) : 1199.5200 psi

Allowable Sambungan (e) : 0,8 (double welded butt joint)

Faktor Korosi (C) : 0,125 inch

Jari-jari Tangki (ri) : 30.55085 inch

$$\begin{aligned}
 \text{Tebal Head} &: \frac{P \cdot ID_s}{2f \cdot E - 0,2P} + C \\
 &= \frac{68 \text{ atm} \times 30,15965}{2 \times 13750 \times 0,8 - 0,2 \times 68 \text{ atm}} + 0,125 \\
 &= 0,8767 \text{ inch}
 \end{aligned}$$

Dipakai tebal head standar 1 inch

4. Menentukan ukuran Bed Reaktor

Diameter bed (D) = 2,4819 m

Panjang katalis (L) = 4,150 m

L/D = 2,97

Tinggi Bed

$$\begin{aligned} &= (L/D) \times \text{diameter bed} \\ &= 2,97.2,4819 = 9,41 \text{ m} \end{aligned}$$

Ruang kosong pada bagian atas shell = 1m

Ruang kosong pada bagian bawah shell = 0,5 m

Tinggi reaktor = panjang tube + 2 tinggi head

$$\begin{aligned} &= 259,8427 + (2 \times 15,1800) \text{ in} \\ &= 6,9856 \text{ m} \end{aligned}$$

Tinggi reaktor keseluruhan = tinggi reaktor + tinggi head + tinggi dishead

$$\begin{aligned} &= (6,9856 + 0,3856 + 0,3856) \text{ m} \\ &= 7,3711 \text{ m} \end{aligned}$$

5. Menghitung Ukuran Pipa

a. Pipa pemasukan umpan reaktor

Bahan carbon steel

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan umpan} &= 19934,1158 \text{ kg/jam} \times 2,2 \text{ lb/kg} \\ &= 43855,0548 \text{ lb/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Densitas umpan } (\rho v) &= \frac{P.BM \text{ rata-rata}}{RT} \\ &= \frac{68 \times 25.2487}{82,06 \times 523} = 121,175 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BM Avg} &= \\ &= \frac{62530,0632}{96200,1971} (28) \times \frac{3126,5031}{96200,0971} (30) \times \frac{30543,5302}{96200,0971} (18) \\ &= 25,2487 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Di &= 293 (G)^{0,53} \cdot \rho v^{-0,37} \\
 &= 293 (331,1814)^{0,53} \cdot 955,7812^{-0,31} \\
 &= 19,7213 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Jadi digunakan pipa dengan ukuran = 20 in

b. Pipa Pengeluaran Hasil Reaktor

Bahan Carbon Steel

Kecepatan hasil = 17011.5480 kg/jam

$$\begin{aligned}
 \text{Densitas umpan} &= \frac{P.BM \text{ rata-rata}}{RT} \\
 &= \frac{67,93 \times 26,0787}{82,06 \times 578,6493} = 51,8233 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Di &= 293 (G)^{0,53} \cdot \rho v^{-0,37} \\
 &= 293 (5,5373)^{0,45} \cdot 48,8733^{-0,31} \\
 &= 6,7768 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Jadi digunakan pipa dengan ukuran = 8 in

6. Spesifikasi Baffle

Jenis : Segmental Baffle

Baffle Space : 0,75 x diameter shell

$$: 0,75 \times 61,1018 \text{ in} = 45,8263 \text{ in}$$

Jumlah Baffle : Panjang katalis/baffle space

$$: 370,4724 \text{ in} / 45,8263 \text{ in} = 8,08$$

Dipilih jumlah baffle : 9

7. Volume Reaktor

a. Volume Head

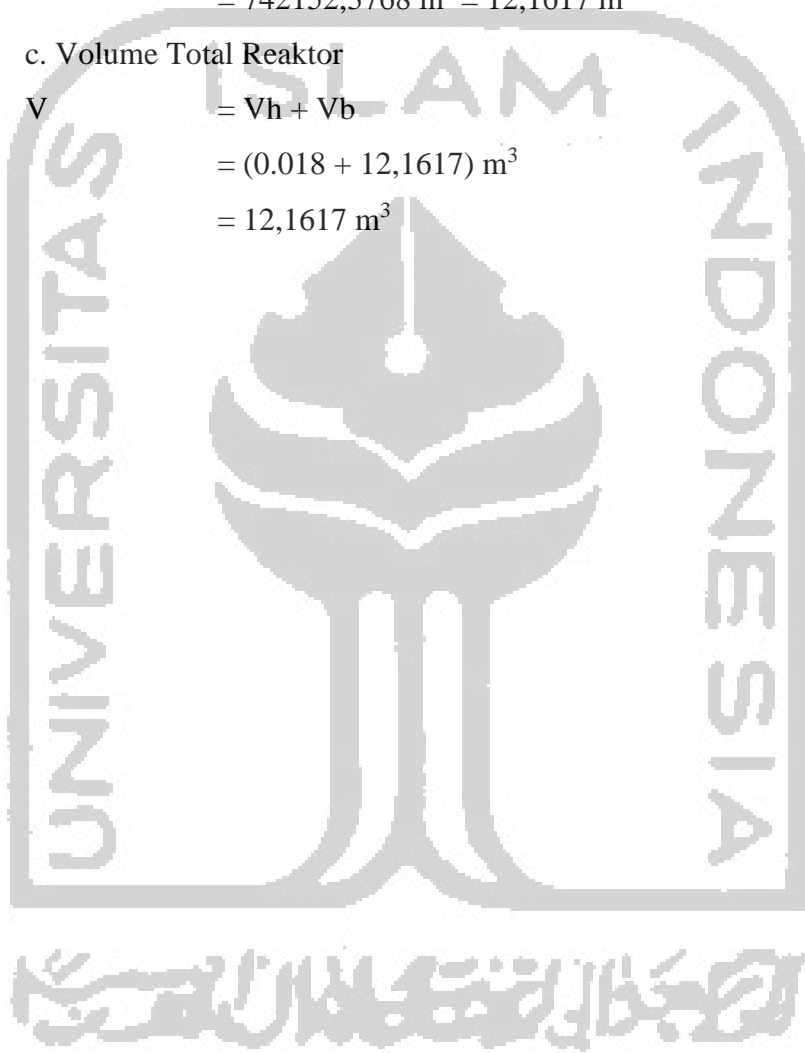
$$\begin{aligned}
 V_h &= 0,000049 \cdot D_{\text{shell}}^3 \\
 &= 0,000049 \times (60,3193 \text{ in})^3 \\
 &= 10,7539 \text{ in}^3 = 0,018 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

b. Volume Badan Reaktor

$$\begin{aligned}V_b &= \frac{\pi}{4} \cdot D_{\text{shell}}^2 \cdot L \\&= \frac{3,14}{4} \times (60,3193 \text{ in})^2 \times 259,8427 \text{ in} \\&= 742152,3768 \text{ in}^3 = 12,1617 \text{ m}^3\end{aligned}$$

c. Volume Total Reaktor

$$\begin{aligned}V &= V_h + V_b \\&= (0,018 + 12,1617) \text{ m}^3 \\&= 12,1617 \text{ m}^3\end{aligned}$$




LEMBAR DATA KESELAMATAN (LDK)

 LDK ini mengacu pada ketentuan *UN GHS Purple Book* CAP - LDK - 01 - Etilena (Rev.01)
 LDK ini berlaku sejak 25 Jan 2019 dan menggantikan dokumen sebelumnya | Tanggal masa berlaku: 25 Jan 2024

BAGIAN-1. IDENTIFIKASI SENYAWA

Produk / Bahan : Etilena
 Rekomendasi Penggunaan : Bahan baku untuk bahan kimia dan petrokimia aplikasi, Produksi polietilena, etilen kopolimer, sintesis kimia dll.
 Pabrik : PT. CHANDRA ASRI PETROCHEMICAL Tbk (CAP)
 Kantor Pusat : Wisma Barito Pacific, Tower A, lantai 7, Jl. Letjend S. Parman, Kav. 62-63, Jakarta 11410, Indonesia.
 Pabrik : Jl Raya Anyer Km.123, Ciwandan, Cilegon 42447, Indonesia Telp: 62-254-601501
 Kontak Darurat (24 jam) : GROUPSHEDIVISION@capcx.com, Telp: 62-254-601829, 601501 Ext. 1232
 Informasi Tambahan : GROUPEM@capcx.com, Telp: + 62-254-601501 Ext. 1309, 1616

BAGIAN-2. IDENTIFIKASI BAHAYA

Klasifikasi GHS : Gas mudah terbakar: kategori 1 | gas didinginkan cair | Target toksikan dengan organ (sistem saraf pusat, efek narkotika): kategori 3.
 Pernyataan Bahaya : Cairan mudah terbakar | uap berisi gas di bawah tekanan, dapat meledak jika dipanaskan | Beracun terhadap kehidupan akuatik dengan efek jangka panjang | Dapat berakibat fatal bila tertelan atau memasuki saluran pernapasan | Dapat menyebabkan kanker | Dapat menyebabkan kerusakan genetik | Dapat merusak kesuburan atau anak yang belum lahir | menyebabkan gangguan mata berat | menyebabkan iritasi kulit | Dapat menyebabkan rasa mengantuk dan pusing | Dapat menyebabkan iritasi pernafasan.
 Piktogram (Simbol Bahaya) : 
 Kata Peringatan : BAHAYA
 Tingkatan Bahaya NFPA : Kesehatan = 1 Mudah terbakar = 4 Reaktivitas = 2
 Laporan Pencegahan : Dapatkan petunjuk khusus sebelum digunakan | Jangan menangani sampai semua tindakan pencegahan keselamatan telah dibaca dan dipahami | Jauhkan dari panas/perdikan api/lidah api/pemukaan yang panas | Simpan dalam wadah tertutup rapat | Gunakan hanya peralatan non-pemacu api | Ambil langkah pencegahan terhadap terbentuknya listrik statis | Kenakan sarung tangan pelindung/pakaian pelindung/pelindung mata/pelindung wajah | Gunakan peralatan perlindungan pribadi sebagaimana dibutuhkan | Tidak diperbolehkan makan, minum atau merokok pada saat menggunakan produk ini | Cuci sampai bersih setelah menangani | Hindarkan pembuangan ke lingkungan.

BAGIAN-3. KOMPOSISI / INFORMASI BAHAN PENYUSUN		
Identitas Bahan Kimia	: Etilena	No CAS : 74-85-1
Nama Umum	: Etilena (C ₂ H ₄)	
Konsentrasi	: ≈ 99,95 % vol	Pengotor : ≈ 0,05% vol
BAGIAN-4. TINDAKAN PERTOLONGAN PERTAMA PADA KECELAKAAN		
Umum	: BAHAYA! Sangat dingin, cairan yang mudah terbakar dan gas di bawah tekanan. Dapat meledak bila bercampur dengan udara. Dapat menyebabkan radang dingin yang parah. Dapat menyebabkan pusing dan mengantuk. Jauhkan dari panas, periklan dan nyala api. Jangan menusuk atau membakar wadahnya. Alat pemapasan mandiri dan pakaian pelindung sangat diperlukan oleh pekerja penyelamat. Mudah menguap dan membentuk kabut dingin tebal daripada udara. Kontak dengan gas cair dapat menyebabkan radang dingin udara. Dalam kasus masalah kesehatan segera dapatkan bantuan medis dan tunjukkan Lembar Data Keselamatan Ini. Pastikan aktivitas organ penting berfungsi sampai kedatangan dokter (pemapasan buatan, menghirup oksigen, pijat jantung). Jika pasien tidak sadar, atau dalam kondisi berbahaya, letakkan pasien dalam posisi stabil. Dalam kasus pertama luka bakar tingkat (kemerahan menyakitkan), dan luka bakar tingkat kedua (lepuh menyakitkan), Dinginkan daerah yang terkena bahan ini dengan air dingin untuk waktu yang lama. Dalam kasus luka bakar derajat ketiga (kemerahan, retak kulit pucat, biasanya tanpa nyeri), tidak mendinginkan kulit yang terkena bahan ini, seka daerah yang terkena dengan kasa steril kering saja.	
Kulit	: Individu yang terkena diletakkan di tempat dengan udara yang bersih/tidak terkontaminasi. Longgarkan pakaian yang ketat seperti kerah, dasi, atau ikat pinggang untuk memudahkan bernapas. Cari bantuan medis segera jika individu kesulitan bernapas, tidak sadar atau jika ada gejala lain. PERINGATAN: Kontak melalui mulut ke mulut dapat menimbulkan risiko sekunder untuk penyelamat. Hindari kontak mulut ke mulut dengan menggunakan perisai mulut atau penjaga untuk melakukan pemapasan buatan.	
Tertutup	: Untuk kontak dengan kulit, segera cuci dengan sabun dan air. JANGAN GUNAKAN AIR PANAS. Cari bantuan medis jika gejala berkembang atau bertahan. Kompres radang dingin perlahan-lahan dengan air hangat. JANGAN seka daerah yang terkena. Jangan membuka pakaian korban. Carilah pertolongan medis segera.	
Mata	: Jika bisa dilakukan dengan aman, lepaskan lensa kontak. Segera basuh mata dengan air dingin selama minimal 15 menit, sambil memegang kelopak mata terbuka. JANGAN GUNAKAN AIR PANAS. Cari bantuan medis jika gejala masih berlangsung.	
Tertelan	: Tidak berlaku (gas)	
Catatan untuk Dokter	: Perlakukan pingsan, radang dingin, mual, hipotensi, kejang dan aritmia jantung dengan cara konvensional. Kenakan oksigen dengan masker jika ada gangguan pemapasan. Pengobatan karena paparan lebih harus langsung mengendalikan gejala dan kondisi klinis pasien. Setelah cukup pertolongan pertama, tidak ada perawatan lebih lanjut diperlukan kecuali gejala muncul kembali.	
BAGIAN-5. TINDAKAN PEMADAMAN KEBAKARAN		
Sifat Mudah Terbakar	: Sangat mudah terbakar. Gas/campuran udara meledak. Dalam kasus kebocoran bersiko tinggi timbulnya api. Gas ini lebih berat daripada udara dan bisa melakukan perjalanan diatas tanah dan berpotensi terjadinya api. Uap dapat	

Lembar Data Keselamatan - 01 - Etilena (Rev.01)

Hal 2 dari 8

	membentuk campuran eksplosif dengan udara. Jauhkan wadah dari sumber panas atau api. Ledakan hebat bisa terjadi dengan adanya peroksan, api, panas dan oksidator.
Media Pemadaman	
Media Pemadaman Yang Cocok	: Kimia kering, busa, karbon dioksida, dan kabut air. Jangan gunakan jet air. Penutupan dengan busa dapat membantu menekan evolusi gas yang mudah terbakar. Gunakan sejumlah besar air untuk mendinginkan wadah api terbuka dan untuk melindungi personil. Jangan mencoba untuk memadamkan kebocoran api gas kecuali sumber kebocoran dapat diisolasi dan dimatikan. Pastikan api yang tidak terkendali terbakar habis.
Media Pemadaman Yang Tidak Cocok	: Jangan menggunakan jet air
Bahaya spesifik di Kasus Kebakaran	
Hasil Pembakaran Berbahaya	: Setelah pembakaran, produk ini memancarkan karbon monoksida, karbon dioksida, dan / atau hidrokarbon berat molekul rendah.
Peralatan Pelindung Khusus dan Perhatian untuk Petugas Pemadam Kebakaran	
Alat Pelindung Khusus	: Alat bantu pemapasan mandiri, pakaian pelindung termal
Tindakan pencegahan untuk Petugas Pemadam Kebakaran	: Perintahkan personil yang tidak berkepentingan untuk menjauh. Jaringan pipa dan bahaya ledakan kontainer sangat hebat ketika produk ini terkena panas atau api. Meledak jika dipanaskan atau terlibat dalam kebakaran. Gunakan sejumlah besar air untuk mendinginkan pipa api terpapar atau kontainer. Segera ditarik untuk kasus kebakaran dan tangki ventilasi atau perubahan warna serta panas tangki. Uap dapat melakukan perjalanan ke beberapa sumber yang jauh dari pengapian dan sorot kembali. Hati-hati kemungkinan terjadinya penyalaan kembali. Ketika tekanan dalam wadah perlu dikontrol, Pertimbangkan pengaturan isolasi darurat dan evakuasi untuk setidaknya 800 meter. Jika tangki terlibat dalam api, isolasi sejauh 1600 meter ke segala arah. Pastikan kebakaran yang tidak terkendali mati sendiri. Petugas pemadam kebakaran harus mengenakan full-face, alat bantu pemapasan mandiri dan pakaian pelindung panas. Hindari menghirup setiap asap dan pembakaran bahan. Hapus, bersihkan atau hancurkan pakaian yang terkontaminasi. Dinginkan wadah dengan dibanjiri air sampai baik setelah api keluar. Kendalikan limpasan air untuk mencegah masuk ke selokan, saluran pembuangan limbah, tanah atau terbatas ruang dan saluran air.
BAGIAN-6. PENANGGULANGAN TUMPAHAN DAN KEBOCORAN	
Tindakan Pribadi	: Pakailah alat bantu pemapasan saat memasuki daerah kecuali suasana terbukti aman.
Tindakan Lingkungan	: Hindari masuknya produk ke saluran pembuangan, selokan, atau saluran air
Metode dan Bahan untuk Penampungan dan Pembersihan	: Mengevakuasi daerah. Pastikan ventilasi udara yang memadai. Jangan menyentuh bahan yang tertumpah. Dilarang merokok atau ada api terbuka dalam penyimpanan, penggunaan atau penanganan daerah. Hilangkan sumber penyututan. Hilangkan listrik statis selama transfer atau pengolahan dengan ground yang tepat dan ikatan kontainer dan peralatan.
BAGIAN-7. PENANGANAN DAN PENYIMPANAN	
Tindakan Pencegahan untuk Penanganan Aman	: Pakailah alat bantu pemapasan saat memasuki daerah kecuali suasana terbukti aman. Simpan dalam tempat terkunci atau aman. Bahan ini dapat disimpan sebagai gas yang mudah terbakar atau cairan tergantung pada suhu dan tekanan.

Lembar Data Keselamatan – 01 – EtHena (Rev.01)

Hal 3 dari 8

Tangani dalam wadah tertutup sepenuhnya, dengan ground, dirancang dan disetujui system transfer dan penyimpanannya. Gunakan dengan ventilasi yang cukup. Hindari penghirupan. Jauhkan dari panas yang tidak terkendali dan bahan yang tidak kompatibel. Ground semua material yang digunakan dan transfer peralatan untuk mengusir penumpukan listrik statis. Pakailah alat pelindung yang sesuai termasuk sarung tangan pelindung termal. Dilarang merokok atau penggunaan api terbuka dalam penyimpanan, penggunaan atau penanganan daerah. Jika menggunakan pendinginan, periksa saluran air yang tidak terpasang dan katup bekerja serta tidak tertutup dengan es yang terbentuk dari cairan yang menguap.

Kondisi Penyimpanan Aman, Termasuk Inkompatibilitas : Area penyimpanan harus mudah diidentifikasi, cukup penerangan, jelas obstruksi dan hanya bisa diakses oleh personel yang terlatih dan berwenang. Simpan di tempat dengan ground, di wadah bertekanan yang dirancang dan disetujui serta jauh dari bahan yang tidak kompatibel. Simpan dan gunakan jauh dari panas, perikatan api, api terbuka atau sumber pengapalan lain sesuai dengan kode yang berlaku atau peraturan untuk gas dicairkan dan bertekanan sebagaimana berlaku untuk: silinder, kapal, pipa, bangunan, kamar, lemari, jumlah yang diperbolehkan dan jarak penyimpanan minimum. Memiliki kemampuan pemadam yang sesuai di area penyimpanan (misalnya sprinkler sistem, alat pemadam kebakaran portable) dan detektor gas. Penyimpanan vessel bertekanan harus di atas tanah dan tangguh. Jauhkan silinder sementara aman selama penyimpanan atau transportasi.

BAGIAN-8. KONTROL PAPARAN DAN PERLINDUNGAN DIRI

Informasi Tentang Sistem Desain : Metode rekayasa termasuk ventilasi mekanik (dilusi dan pembuangan lokal) proses atau kandang pribadi, operasi remote dan otomatis, kontrol kondisi proses, deteksi kebocoran dan sistem perbaikan, dan modifikasi proses lain. Pastikan semua sistem ventilasi yang dibuang ke luar rumah, jauh dari udara intake dan sumber api. Pasokan udara pengganti yang cukup untuk menebus udara dihapus oleh sistem pembuangan. Administrasi (prosedur) kontrol dan penggunaan alat pelindung diri juga mungkin diperlukan, alat pelindung diri harus tidak dianggap sebagai solusi jangka panjang untuk kontrol eksposur. Orang di sekitar mana penyakit tersebut akan diperburuk oleh paparan produk sehanusnya tidak diperbolehkan untuk bekerja dengan atau menangani produk ini.

Batas Paparan

Nama Komponen (No CAS)	Reference	TWA		STEL	
		ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³
Etilena (74-85-1)	ACGIH	200	230	-	-

Ventilasi : Kendalikan konsentrasi udara di bawah pedoman paparan

Perlindungan Pemapasan : Bila pengontrolan teknis dan ventilasi tidak cukup untuk mencegah penumpukan aerosol atau uap dan / atau konsentrasi oksigen rendah, udara yang tepat alat bantu pemapasan yang disediakan harus digunakan.

Perlindungan Tangan : Gunakan sarung tangan yang dirancang tahan untuk mencegah pembekuan jaringan tubuh jika kontak dengan gas yang dicairkan. Kenakan sepatu keamanan bahan kimia tahan dengan traksi yang baik untuk mencegah tergelindir.

Perlindungan Mata : Memakai kacamata keselamatan. Penggunaan kacamata tahan bahan kimia di bawah perisai wajah penuh dianjurkan jika kontak dengan uap cair.

Perlindungan Kulit : Pakailah kerja yang cukup untuk mencegah kontak kulit dan mencegah pembekuan jaringan tubuh jika kontak dengan gas cair mungkin harus sudah dipakai, seperti baju dan/atau lengan panjang dan celana tahan api (misal: Nomex) atau pakaian

alami (kapas atau wol) sangat dianjurkan. Pakalan sintetis dapat menghasilkan listrik statis dan tidak direkomendasikan bilamana uap yang mudah terbakar dapat terjadi.

BAGIAN-9. SIFAT FISIKA DAN KIMIA

Bentuk dan Penampakan	Gas pada kondisi ruang, cair pada bawah tekanan	Sifat Oksidasi	Dapat bereaksi dengan zat pengoksidasi kuat.
Warna	Tidak berwarna	Sifat Meledak	Meledak kelas IIB
Bau	Aromatis	Tekanan uap	2124 hPa pada -90°C
Ambang Bau	270 – 600 ppm	Tingkat penguapan	Tidak berlaku
pH	Tidak berlaku	Kelarutan (air)	Diabaikan (131 mg/l at 25°C)
Titik Didih/Range Didih	-103,77°C	Relatif Density di 104°C	0,5676 (air=1)
Titik Leleh	-169,15°C	Koefisien partisi Octanol / Air Log Pow)	1,13
Flash Point	-136°C	Kelekatatan	1,06 cSt at -170°C
Pembakaran sendiri	450°C	Penguapan	Segera pada 20°C
Klasifikasi Kebakaran	3F	Relatif Densitas Uap	0,975 (udara=1)
Batas Terbakar Bawah	2,7%	Sifat fisik dan kimia tambahan	Tidak ada info
Batas Terbakar Atas	36%		

BAGIAN-10. STABILITAS AND REAKTIFITAS

Stabilitas Kimia	: Produk ini cukup reaktif, dan memungkinkan terpolimerisasi, terura, atau bereaksi sendiri dalam kondisi shock tertentu, suhu tinggi, tekanan tinggi, atau kontaminasi.
Kemungkinan Reaksi & Polimerisasi Berbahaya	: Polimerisasi berbahaya dapat terjadi pada suhu dan tekanan tinggi dengan adanya katalis
Kondisi yang dihindari	: Jauhkan dari panas, percikan, atau api terbuka.
Bahan untuk Hindari	: Produk dapat bereaksi dengan air untuk membentuk hidrat. Hindari asam kuat, zat pengoksidasi kuat, klorin, halogen, peroksida organik, ozon dan nitrogen dioksida. Banyak bahan menjadi rapuh setelah kontak dengan gas cair dan selang secara berkala untuk memastikan integritas dan kompatibilitas.
Penguraian Produk	: Setelah dekomposisi, produk ini memancarkan karbon monoksida, karbon dioksida dan/atau hidrokarbon berat molekul rendah.
Keterangan Khusus	: Uap dapat membentuk campuran eksplosif dengan udara. Polimerisasi eksplosif bila dipanaskan atau terlibat dalam kebakaran. Bereaksi keras dengan oksidator cair. Gas dapat meledak pada kontak dengan air panas (45°C – 75°C).

BAGIAN-11. INFORMASI TOKSIKOLOGI

Toksistas Akut	: Produk ini belum dianggap beracun. Gas Etilena tidak menyebabkan iritasi pada kulit dan mata. Bentuk cair akan menyebabkan pembekuan luka bakar (frostbite) pada mata dan kulit. Pada paparan yang sangat tinggi, gas etilen menghasilkan efek estetika. Paparan yang berlebihan dapat menyebabkan sakit kepala, kelemahan otot, pusing, mual, kehilangan kondisi dan dalam kondisi koma yang ekstrim dan mungkin kematian. Pada konsentrasi tinggi dapat memicu penympangan detak jantung. Jumlah yang berlebihan di udara dalam ruang tertutup akan mengurangi jumlah oksigen dan dapat menyebabkan sesak napas.
4h Inhalasi-tikus LC50	: > 57.000ppm
Toksistas Dosis Terulang	: Etilena relatif tidak aktif secara biologis dan pada dasarnya tidak beracun; Oleh karena itu, bahaya utamanya adalah pengecualian pasokan oksigen yang cukup ke paru-paru. Menghirup etilen oleh tikus Sprague Dawley, dalam konsentrasi 0, 300,

	1.000, 3.000 dan 10.000 ppm , 6 jam/hari, 5 hari /minggu selama 14 minggu, tidak ditemukan menyebabkan efek toksik.
Toksistas Kronis Karsinogenik	: ACGIH-A4-Tidak diklasifikasikan Karsinogen terhadap manusia OSHA-IARC-Group 3-Tidak diklasifikasikan karsinogen terhadap manusia NTP - /
Keterangan khusus pada Efek toksik lainnya pada Manusia	: Etilena bisa menyebabkan sesak nafas. Kadar oksigen harus dipertahankan pada lebih dari 19,5 persen pada tekanan atmosfer normal. Konsentrasi tinggi etilen untuk mengecualikan pasokan yang cukup oksigen ke paru-paru menyebabkan pusing, berapas lebih dalam karena kelaparan udara, mungkin mual dan akhirnya pingsan.

BAGIAN-12. INFORMASI EKOLOGI

Eko toksistas – Toksistas Akut	: Fish: LC50: 126.012 mg/l 96 h Daphnia magna: LC/EC50 62.482 mg/l 48 h Green algae: EC50 30.327 mg/l 96 h
Mobilitas	: Gas pada kondisi kamar
Ketahanan dan Kemampuan Degradasi	
Udara	: Etilena (gas) terdegradasi oleh ozon, radikal nitrat, atau foto yang dihasilkan kimia radikal hidroksil. Umur etilena di atmosfer berkisar 0,4 - 4 hari, sangat tergantung pada jumlah sinar matahari. BioHCwin v1.01 memprediksi bahwa waktu paruh etilena 2,905 hari berdasar keberadaan gugus fungsional hidrogen alkil.
Tanah	: Gas bisa meresap ke dalam tanah
Air	: Etilena dapat teroksidasi menjadi etilen oksida dalam tanah dan air. Penguapan adalah proses lingkungan utama di tanah dan air. Produk ini sangat volatil dan akan terpartisi dengan cepat ke udara pada pelepasan ke tanah atau air. Produk ini sebagian besar tidak larut dalam air, dan menguap dengan cepat dari permukaan tanah dan air.
Potensi Bioakumulasi	: Bio konsentrasi potensinya rendah. Log Pow is 1.13 (etilena)
Potensi Biodegradasi	: Biodegradasi, hidrolisis, konsentrasi bio, dan adsorpsi tidak proses utama untuk etilena. Penelitian kultur murni menunjukkan bahwa etilena bisa rentan terhadap degradasi mikroba.
Efek Terhadap Lingkungan	: Tidak beracun. Produk ini dianggap tidak berbahaya bagi kehidupan air, dan memiliki keterbatasan penyerapan ke dalam tanah dan sedimen. Etilena adalah hormon tumbuhan alami yang dihasilkan oleh tanaman pada semua tahap pertumbuhan dalam jumlah yang bervariasi. Tanaman terestrial seperti buah, bunga dan pembibitan menunjukkan beragam efek dari paparan etilen, misalnya, rumput dan sayuran berumput seperti selada tahan terhadap etilen. Namun, beberapa spesies bunga (anggrek, anyelir, dll), dan sayuran seperti tomat, kentang, paprika, kacang-kacangan dan pir adalah sensitif terhadap paparan etilen. Dalam kondisi tertentu, emisi dapat berkontribusi untuk pembentukan fotokimia ozon permukaan tanah dan kemungkinan pembentukan asap.

BAGIAN-13. PERTIMBANGAN PEMBUANGAN

Pembuangan Limbah	: Penggunaan, pencampuran atau pengolahan produk ini dapat mengubah produk ini. Wadah Sejak dikosongkan mempertahankan produk, residu bahan, ikuti aman penanganan/label peringatan bahkan setelah kontainer telah dikosongkan. <i>Lihat BAGIAN7: Penanganan dan Penyimpanan dan Bagian 8: kontrol Paparan / Perlindungan Pribadi untuk penanganan informasi tambahan yang mungkin berlaku untuk penanganan yang aman dan perlindungan karyawan.</i> Penghasil sampah disarankan untuk hati-hati mempertimbangkan sifat berbahaya
-------------------	---

dan tindakan pengendalian yang diperlukan untuk bahan lain yang dapat ditemukan dalam limbah

BAGIAN-14. INFORMASI TRANSPORTASI

Nomer/Label PBB	1038	
Nama Pengiriman sesuai PBB	Etilena, Cair didinginkan	
Tingkat Bahaya Transportasi	Jalan (ADR) / Rel (RID) / Udara (ADNR)	2 (2.1 gas yang mudah terbakar)
	Kelas IMDG (Transportasi Laut)	2 (2.1 gas yang mudah terbakar)
	Kelas ICAO / IATA (Transportasi Udara)	2 (2.1 gas yang mudah terbakar)
Packing Grup	tak satupun	
Polutan Laut	tidak	

BAGIAN-15. INFORMASI REGULASI

Informasi Regulasi : KEMENAKER 187/Mer/1999 Pengendalian Bahan Kimia Berbahaya
PERMENLH RI No. 3 Year 2008: Tata Cara Pemberian Simbol dan Label Bahan Berbahaya dan Beracun.
PERMENPERIN RI No. 23/MH/ND/PER/4/2013: Sistem Harmonisasi Global Klasifikasi dan Label pada Bahan kimia.

BAGIAN-16. INFORMASI LAIN

Saran Pelatihan : Personal yang menangani produk bisa mendemonstrasikan sifat berbahaya bahan kimia ini, dengan prinsip perlindungan kesehatan dan lingkungan terkait produk dan pertolongan pertama.

Rekomendasi Penggunaan : PRODUK INI DIBATASI UNTUK PENGGUNAAN PROFESIONAL. Pastikan semua peraturan nasional/lokal memantaunya. Pastikan operator memahami bahaya mudah terbakar. Bahaya sesak napas sering dabaikan dan harus ditekankan selama pelatihan operator. Lembar Data Keselamatan ini telah diadaptasi sesuai dengan arahan yang berlaku di Eropa. Arahan berlaku di semua negara yang telah diterjemahkan ke petunjuk hukum nasional mereka. Rincian yang diberikan dalam dokumen ini diyakini benar pada saat diterbitkan. Sementara perawat yang tepat telah diambil dalam penyusunan dokumen ini, tidak ada pertanggungjawaban yang dapat diterima akibat cedera atau kerusakan dari penggunaan bahan ini.

Singkatan yang dipakai dalam dokumen ini:

ACGIH : American Conference of Governmental Industrial Hygienist
ADNR : European Agreement concerning the Int'l Carriage of Dangerous Goods by Inland Waterways
ADR : European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road
CAS : Chemical Abstract Service
EPA : Environmental Protection Agency
EU : European Union
IATA : International Air Transport Association
ICAO : International Civil Aviation Organization
IMDG : International Maritime Dangerous Goods
IMO : International Maritime Organization
LC50 : Lethal Concentration, concentration of chemical which kills 50% of a sample population
LD50 : Lethal Dose, dose of a chemical which kills 50% of a sample population
NFPA : National Fire Protection Association

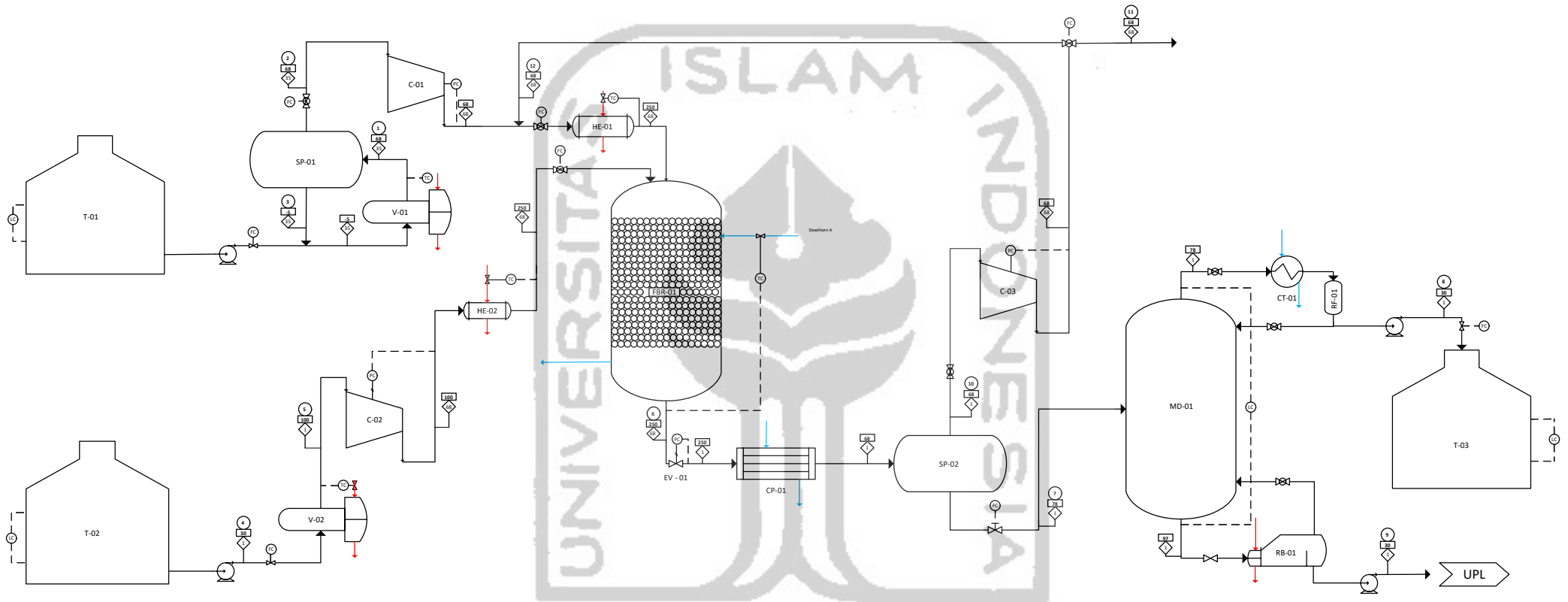
- NTP : National Toxicology Program
- OSHA : Occupational Safety and Health Administration
- RID : International Rule for Transportation of Dangerous Substance by Railway
- TLV : Threshold Limit Value
- TWA : Time Weighted Averages

Lembar Data Keselamatan (LDK) Ini bertel riwayat perbalkan sebagai berikut:

No Rev	Tanggal Terbit	Perubahan Perbalkan	Penjelasan
00	08 Apr 2015	Dokumen asli	
01	25 Jan 2019	BAGIAN-02	NFPA dimodifikasi

INFORMASI YANG DIBERIKAN DI SINI ADALAH BERDASARKAN PEMAHAMAN UMUM DAN PENGALAMAN YANG DIBUTUHKAN HINGGA KASUS-KASUS SAAT INI. PENGGUNA HARUS MENGETI BAHWA DATA-DATA TERSEBUT ADALAH RELENGKAP INFORMASI LAINNYA DAN HARUS MENERAPKANNYA DENGAN KESESUAIAN TIAP KASUS. PARA PEKERJA, DAN PELANGGAN HARUS MEMPERHATIKAN PERLINDUNGAN LINGKUNGAN UNTUK MENJAMIN PROSES PENGGUNAAN DAN PEMBUANGAN YANG TEPAT. TANGGUNG JAWAB PENGGUNAAN, PENYIMPANAN, PEMINDAHAN, DAN PEMBUANGAN DARI PRODUK YANG DUELASKAN DI SINI, BAIK PENGGUNAAN TUNGGAL MAUPUN KOMBINASI DENGAN BAHAN LAINNYA MERUPAKAN TANGGUNG JAWAB PEMBELI DAN/ATAU PENGGUNA. CAP TIDAK BERTANGGUNG JAWAB PADA AKURASI DATA YANG TERSURAT MAUPUN TERSIRAT DALAM DOKUMEN INI DAN HASIL YANG DIDAPAT DARI PENGGUNAANNYA. CAP TIDAK BERTANGGUNG JAWAB TERHADAP CEDERA YANG DIDAPAT DALAM PENGGUNAANNYA.

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM PRA RANCANGAN PABRIK ETANOL DARI ETILEN DAN AIR KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN



KOMPONEN	MASSA ARUS (KG/JAM)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ETILEN (C ₂ H ₄)	14141.4141	14134.3434	7.0707			18157.5758				10606.0606	530.3030	10075.7576
ETANA (C ₂ H ₆)	7.0707	0.3535	6.7172			0.6894				0.3535	0.0177	0.3358
AIR (H ₂ O)				18181.8182	18181.8182	14290.9091	14290.9091	315.6566	13975.2525			
ETANOL (C ₂ H ₅ O)						9943.4343	9943.4343	5997.4747	3945.9596			
TOTAL	14148.4848	14134.6970	13.7879	18181.8182	18181.8182	42392.6086	24234.3434	6313.1313	17921.2121	10606.4141	530.3207	10076.0934

Simbol	Keterangan
○	Nomer Arus
□	Suhu
◇	Tekanan
⊗	Control Valve
---	Arus Sinyal Listrik
—	Arus Proses
—	Arus Utilitas
TC	Temperature Control
LI	Level Indicator
FC	Flow Control

Alat	Keterangan
T	Tangki
V	Vaporizer
SP	Separator
C	Kompresor
HE	Heat Exchanger
FBR	Fixed Bed Reactor
CP	Kondensor Parsial
MD	Menara Distilasi
CT	Kondensor Total
RF	Reflux
RB	Reboiler
ACC	Accumulator
P	Pompa
EV	Expansion Valve

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRA RANCANGAN PABRIK ETANOL DARI ETILEN DAN
AIR KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

Dikusun oleh:
1. Ir. Tuasikal Muhammad Amin, M.Sn. 15521021
2. Bintang Ramadhan 15521263

Dosen Pembimbing:
1. Ir. Tuasikal Muhammad Amin, M.Sn.
2. Muflih Arisa Adnan, S.T., M.Sc.