

LAMPIRAN B

NERACA ENERGI

Basis Perhitungan : 1 jam operasi

Satuan Operasi : kJ/jam

Temperatur Referensi : 25 °C = 298,15 K

Kapasitas Produksi : 100.000 ton/tahun

Persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai panas (Q) adalah sebagai berikut :

- Menggunakan data Cp yang dipengaruhi temperatur.

Data Cp yang dipengaruhi oleh temperatur dapat diperoleh dari buku Carl L.

Yaws *Chemical properties handbook* tahun 1999 hal 30

$$Q = m \int C_p \Delta T \text{ (Himmelblau, Pers. 23.12, Hal. 693)}$$

$$-C_p^0 = a + b(T) + c(T)^2 + d(T)^3$$

$$-\int C_p dT = [a \times (T_2 - T_1)] + \left[\frac{b}{2} \times (T_2^2 - T_1^2) \right] + \left[\frac{c}{3} \times (T_2^3 - T_1^3) \right] + \left[\frac{d}{4} \times (T_2^4 - T_1^4) \right]$$

- Menggunakan data Cp dalam bentuk konstanta

$$Q = m C_p \Delta T \text{ (Himmelblau, Pers. 23.12, Hal. 693)}$$

Data Cp konstanta dapat diperoleh dari Perry's *Chemical Handbook* Vol.7

hal 354. Sedangkan data Cp konstanta untuk bahan yang dihitung berdasarkan gugus fungsi dapat dilihat pada buku Perry's *Chemical Handbook* Vol.7 hal 354.

- Persamaan yang digunakan untuk menghitung panas reaksi (Qr)

$$Q_R = -\Delta H_R \text{ (Himmelblau, Pers. 25.1, Hal. 770)}$$

$$-\Delta H_R = \Delta H_R^0 + (\Delta H_{\text{produk}} - \Delta H_{\text{reaktan}})$$

$$-\Delta H_R^0 = \Delta H_f^0 \text{ produk} - \Delta H_f^0 \text{ reaktan}$$

$$-\Delta H_{\text{produk}} = \sum (m \cdot C_p \cdot \Delta T) \text{ produk}$$

$$-\Delta H_{\text{reaktan}} = \sum (m \cdot C_p \cdot \Delta T) \text{ reaktan}$$

Nilai data ΔH_f dapat diperoleh dari Carl L. Yaws *Chemical properties handbook* tahun 1999 hal 288, sedangkan ΔH_f berdasarkan gugus fungsi dapat dilihat Perry's *Chemical Engineers'* Ed. 8th Tabel 2-388

Tabel B.1 Nilai Kapasitas Panas Komponen Liquid

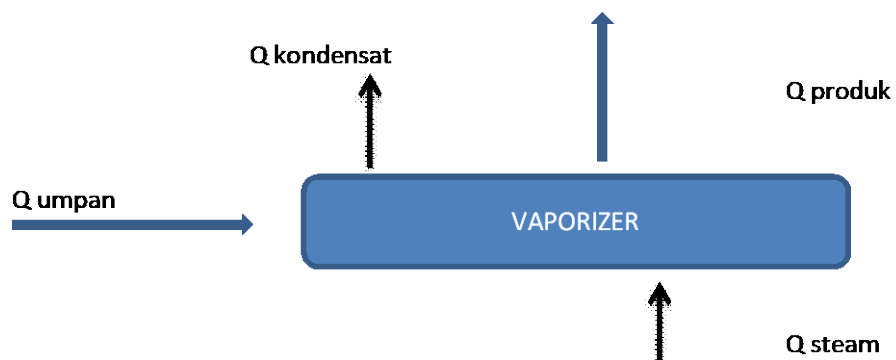
komponen	A	B	C	D
Air	92.053	-0.03995	-2.11E-04	5.35E-07
metanol	40.152	3.10E-01	-1.03E-03	1.46E-06
Carl L Yaws ,1999				

Sumber : Yaws, 1999

Tabel B.2 Nilai Kapasitas Panas Komponen Gas

komponen	A	B	C	D	E
Air	33.933	-8.42E-03	2.99E-05	-1.78E-08	3.69E-12
metanol	40.046	-3.83E-02	2.45E-04	-2.17E-07	5.99E-11
DME	34.668	7.03E-02	1.65E-04	-1.77E-07	4.93E-11
(Carl L. Yaws 1999)					

1. Vaporizer



$T_{in} = 30\text{ C}$

$T_{out} = 151\text{ C}$

$P = 12\text{ atm}$

a. Panas Masuk

komponen	Massa (Kmol/Jam)	$\int C_p dt$ (Kj/Kmol.K)	Q (kJ/Jam)
CH ₃ OH	572.5892244	400.6492105	229407.4207
H ₂ O	3.809139619	377.5027992	1437.960869
Total			230845.3815

b. Panas Sensibel

T = 145 C

komponen	Massa (Kmol/Jam)	$\int C_p dt$ (Kj/Kmol.K)	Q (kJ/Jam)
CH ₃ OH	572.5892244	10443.4993	5979835.163
H ₂ O	3.809139619	9080.67322	34589.55213
Total			6014424.715

c. Panas Laten

T = 145 C

komponen	massa (kmol)	Lamda (Kj/kmol)	Q (Kj)
CH ₃ OH	572.5892244	2129.47626	1219315.16
H ₂ O	3.809139619	2008.71034	7651.458139
Total			1226966.618

d. Panas Sensibel

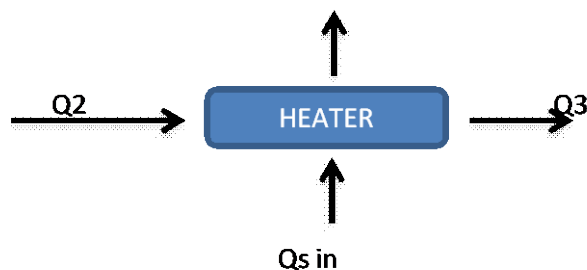
T = 151 C

komponen	Massa (Kmol/Jam)	$\int C_p dt$ (Kj/Kmol.K)	Q (kJ/Jam)
CH ₃ OH	572.5892244	6184.746128	3541318.989
H ₂ O	3.809139619	4288.190473	16334.31622
Total			3557653.305

Neraca Energi Vaporizer

Komponen	Masuk	keluar
Q Umpan	230845.3815	
Q Produk		10799044.64
Q Steam	16779291.88	
Q Kondensat		6211092.628
Total	17010137.27	17010137.27

2. Heat Exchanger



T in = 151 C

T out = 250 C

P = 12 atm

a. Panas Sensibel

T = 151 C

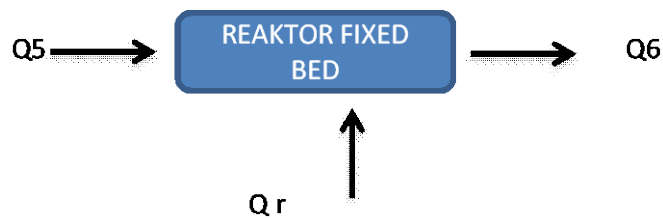
Komponen	Massa (Kmol/Jam)	$\int Cp dt$ (Kj/Kmol.K)	Q (kJ/Jam)
CH3OH	572.5892244	6.18E+03	3.54E+06
H2O	3.809139619	4288.190473	16334.31622
Total			3.56E+06

b. Panas sensibel

T = 250 C

Komponen	Massa (Kmol/Jam)	$\int Cp dt$ (Kj/Kmol.K)	Q (kJ/Jam)
CH3OH	572.5892244	1.18E+04	6.77E+06
H2O	3.809139619	7.75E+03	2.95E+04
Total			6.80E+06

3. Reaktor



T in = 250 C

T out = 311 C

P = 12 atm

a. Panas sensibel

T = 250 C

Komponen	Massa (Kmol/Jam)	$\int Cp dt$ (Kj/Kmol.K)	Q (kJ/Jam)
CH3OH	572.5892244	1.18E+04	6768100.131
H2O	3.809139619	7.75E+03	29515.24225
Total			6797615.373

b. Panas sensibel

T = 311 C

Komponen	Massa (Kmol/Jam)	$\int Cp dt$ (Kj/Kmol.K)	Q (kJ/Jam)
CH3OH	27.540048	1.57E+04	4.31E+05
H2O	276.3337278	9.93E+03	2.74E+06
CH3OCH3	272.5245882	2.42E+04	6.58E+06
Total			9757334.639

c. Panas Reaksi

$$\Delta H_r 298 = D_h \text{ produk} - D_h \text{ reaktan}$$

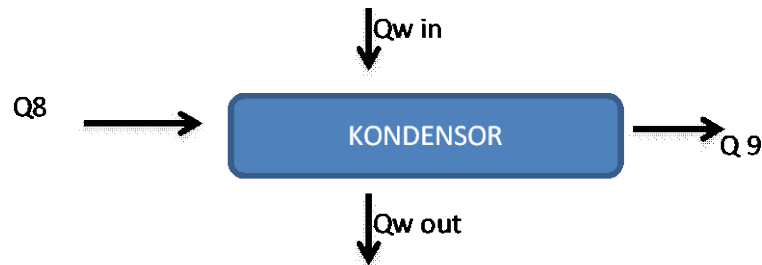
$$D H_r 298 = -116975.6458 - (-230375.5486)$$

$$D H_r 298 = 113399.9027 \text{ KJ}$$

Neraca Energi Reaktor

komponen	Masuk	Keluar
Q5	6797615.373	
Q6		9.76E+06
QR	2415187.068	
Q		-544532.1972
Total	9212802.442	9212802.442

4. Kondensor



$$T_{in} = 303 \text{ C}$$

$$T_{out} = 43.4 \text{ C}$$

a. Panas Sensibel

$$T = 303 \text{ C}$$

Komponen	Massa (Kmol/Jam)	$\int C_p dt$ (Kj/Kmol.K)	Q (kJ/Jam)
C2H6O	272.5245882	23340.95668	6360984.61
CH3OH	27.540048	15138.95758	416927.618
H2O	276.3337278	9641.940866	2664393.46
Total	576.398364		9442305.69

b. Panas Sensibel

$$T = 43,4 \text{ C}$$

Komponen	Massa (Kmol/Jam)	$\int C_p dt$ (Kj/Kmol.K)	Q (kJ/Jam)
C2H6O	272.5234396	1236.418889	336953.128
CH3OH	7.891414141	840.7370026	6634.60387
H2O	3.507295174	619.8308436	2173.92973
Total	283.9221489		345761.662

c. Panas Keluar

$$T = 43,4 \text{ C}$$

Komponen	Massa (Kmol/Jam)	$\int C_p dt$ (Kj/Kmol.K)	Q (kJ/Jam)
----------	------------------	---------------------------	-------------

C2H6O	0.001148654	2.29E+03	2.63E+00
CH3OH	19.64863386	1.49E+03	2.92E+04
H2O	272.8264327	1.39E+03	3.78E+05
Total	292.4762152		4.08E+05

Neraca Energi Kondensor

Tabel Neraca Energi		
Komponen	Masuk (kj/jam)	Keluar (kj/jam)
Qumpan	9442305.69	
Qgas		345761.662
Qliquid		4.08E+05
Qpengembunan		-10967425.15
Qcwin	4928572.016	
Qcwout		24584983.41
Total	14370877.71	14370877.71