APPENDIKS B
PERHITUNGAN NERACA PANAS

Kapasitas direncanakan = 70.000 ton/tahun
Jumlah hari kerja = 1 tahun = 330 hari
Jumlah waktu kerja per hari = $\frac{70000 \text{ ton}}{\text{tahun}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}}$
= 8838,3838
Basis perhitungan = 1 jam
Suhu referensi = 25 ^oC = 298,15 K
Satuan = 1 Kkal = 4,184 kJ

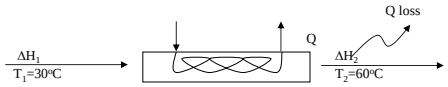
Panas pembentukan dan CP tiap komponen

Komponen	BM (Kg/kmol)	ΔHf (kkal/kmol)	Cp (kj/kmol.K)	atomic element	ΔE
$HCHO_{(l)}$	30,03	-27,7	39,43	C	10,89
$NaOH_{(aq)}$	40	-101,96	47,17	H	7,56
$CH_3CHO_{(l)}$	44,05	-39,76	65,44	O	13,42
$HCOOH_{(l)}$	46,03	-97	52,85	Na	26,19
$CH_4O_{(l)}$	32,04	-57,041	54,55	N	18,74
$C(CH_2OH)_{4\ (S)}$	136,15	-185,64	198,85		
$H_2O_{(l)}$	18,02	-1196	28,540		
$HCOONa_{(s)}$	68,01	-159,2973	71,48		
Udara	29		145,30		

Sumber data CP (Perry's Chemical Engineer's Handbook)
(Carl L. Yaws)
(geankoplis edisi 3th)

1. *HEATER* Formaldehid (E-113)

Fungsi: Untuk menaikkan suhu Formaldehida (HCHO)dari 30 ^oC menjadi 60 ^oC sebelum masuk ke reaktor (R-110)



Neraca panas total : $\Delta H_1 + Q_{steam} = \Delta H_2 + Q_{loss}$

Dimana :
ΔH_1 = panas yang terkandung dalam bahan masuk heater
ΔH_2 = panas yang terkandung dalam bahan keluar heater
Q_{loss} = panas yang hilang (asumsi : 2% dari total bahan masuk)
Q_{steam} = panas yang terkandung dalam steam

Data:
Suhu referensi = 25 ^oC = 298,15 K
Suhu bahan mas = 30 ^oC = 303,15 K
Suhu bahan kelu = 60 ^oC = 333,15 K

Menghitung panas yang masuk ke *heater* (ΔH_1)
T bahan masuk = 30 °C = 303,15 K
T referensi = 25 °C = 298,15 K
ΔH_1 = panas yang terkandung bahan masuk heater

Komponen	BM kmol/jam	m (kg/jam)	Cp (kJ/kmol.K)	ΔH_1 (KJ/jam)
HCHO	30,0300	8663,2620	39,4300	56875,1947
H_2O	18,0200	12409,5374	28,5400	98270,8650
CH_4O	32,0400	2341,4222	54,5500	19932,0503
Total		23414,2215		175078,1100

Menghitung panas yang masuk ke *heater* ($\Delta H2_1$

T bahan masuk = 60 °C = 333,15 K

T referensi = 25 °C = 298,15 K

ΔH_2 = panas yang terkandung dalam liquid keluar heater

Komponen	BM (kmol/jam	Massa kg/jam	Cp (kJ/kmol.K)	ΔH_2 (Kj/jam)
HCHO	30,0300	8663,2620	39,4300	398126,3627
H_2O	18,0200	12409,5374	28,5400	687896,0552
CH_4O	32,0400	2341,4222	54,5500	139524,3522
Total		23414,2215		1225546,7700

Menghitung panas *steam* (Q*steam*)

$\Delta H_1 + Q_{steam} = \Delta H_2 + Q_{loss}$

$Q_{steam} = \Delta H_2 + Q_{loss} - \Delta H_1$

$0{,}98\ Q_{steam} = \Delta H_2 + 0{,}02\Delta H_1 + 0{,}02Q_{steam} - \Delta H_1$

$0{,}98\ Q_{steam} = \Delta H2 - 0{,}98\ \Delta H_1$

Q*steam* = 1075479,819

digunakan *steam* pada suhu 130°C (geankoplis, 3th edition, tabel A-29)

Hv = 2719,9 kJ/kg

Hl = 546,3 kJ/kg

$\lambda = H_v - H_L$

λ= 2173,6

Massa *steam* yang diperlukan

m = Q/ λ

= 1075479,819 / 2173,6

= 494,7920

Menghitung panas yang hilang (Q_{loss})

Qlo = 2% x ($\Delta H_1 + Q_{steam}$)

= 2% x (175078,1100 + 1075479,819)

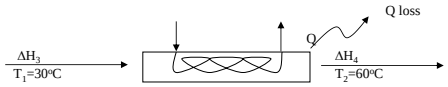
= 25011,15857 kJoule/jam

Neraca Panas Heater (E-113)

Masuk heater formaldehid HCHO (E-113)		**Keluar heater HCHO (E-113)**	
Komponen	kj/jam	**Komponen**	**kj/jam**
ΔH_1	175078,1100	ΔH_2	1225546,7700
Q_{steam}	1075479,819	Qloss	25011,1586
total	**1250557,9286**	**Jumlah**	**1250557,9286**

2. *HEATER* Acetaldehid (E-119)

Fungsi: Untuk menaikkan suhu Acetaldehid (CH_3CHO)dari 30 °C menjadi 60 °C sebelum masuk ke reaktor (R-110)



Neraca panas total : $\boxed{\Delta H_1 + Q_{steam} = \Delta H_2 + Q_{loss}}$

Dimana :

ΔH_3 = panas yang terkandung dalam bahan masuk heater

ΔH_4 = panas yang terkandung dalam bahan keluar heater

Q_{loss} = panas yang hilang (asumsi : 2% dari total bahan masuk)

Q_{steam} = panas yang terkandung dalam steam

Data:

Suhu referensi = 25 °C = 298,15 K

Suhu bahan mas = 30 °C = 303,15 K

Suhu bahan kelu = 60 °C = 333,15 K

Menghitung panas yang masuk ke *heater* ($\Delta H3_1$

T bahan masuk = 30 °C = 303,15 K

T referensi = 25 °C = 298,15 K

ΔH_1 = panas yang terkandung bahan masuk heater

Komponen	BM kmol/jam	m (kg/jam)	Cp (kJ/kmol.K)	ΔH3 (KJ/jam)
CH_3CHO	44,0500	23180,0793	65,4400	172179,8399
H_2O	18,0200	234,1422	28,5400	1854,1673
Total		23414,2215		174034,0072

Menghitung panas yang masuk ke *heater* (ΔH_4)

T bahan masuk = 60 °C = 333,15 K

T referensi = 25 °C = 298,15 K

ΔH_2 = panas yang terkandung dalam liquid keluar heater

Komponen	BM (kmol/jam	Massa kg/jam	Cp (kJ/kmol.K)	ΔH4 (Kj/jam)
CH_3CHO	44,0500	23180,0793	65,4400	1205258,8794
H_2O	18,0200	234,1422	28,5400	12979,1709
Total		23414,2215		1218238,0502

Menghitung panas *steam* (Q*steam*)

$\Delta H3 + Q_{steam} = \Delta H_4 + Q_{loss}$

$Q_{steam} = \Delta H_4 + Q_{loss} - \Delta H_3$

$0{,}98\ Q_{steam} = \Delta H_4 + 0{,}02\Delta H_3 + 0{,}02Q_{steam} - \Delta H_3$

$0{,}98\ Q_{steam} = \Delta H4 - 0{,}98\ \Delta H_3$

Q*steam* = 1069066,044

digunakan *steam* pada suhu 130°C (geankoplis, 3th edition, tabel A-29)

Hv = 2719,9 kJ/kg

Hl = 546,3 kJ/kg

$\lambda = H_v - H_L$

λ = 2173,6

Massa *steam* yang diperlukan

m = Q/ λ

= 1069066,044 / 2173,6

= 491,8412

Menghitung panas yang hilang (Q_{loss})

Qlo = 2% x ($\Delta H_1 + Q_{steam}$)

= 2% x (174034,0072 + 1069066,044)

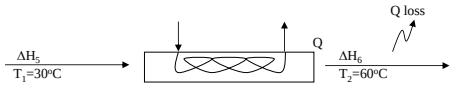
= 24862,00103 kJoule/jam

Neraca Panas Heater (E-119)

Masuk heater Acetaldehid CH_3CHO (E-119)		**Keluar heater CH_3CHO (E-119)**	
Komponen	kj/jam	**Komponen**	**kj/jam**
ΔH_3	174034,0072	ΔH_4	1218238,0502
Q_{steam}	1069066,044	Qloss	24862,0010
total	**1243100,0513**	**Jumlah**	**1243100,0513**

3. *HEATER* NaOH (E-115)

Fungsi: Untuk menaikkan suhu Natrium hidroksida (NaOH)dari 30 °C menjadi 60 °C sebelum masuk ke reaktor (R-110)



Neraca panas total : $\Delta H_5 + Q_{steam} = \Delta H_6 + Q_{loss}$

Dimana :

ΔH_5 = panas yang terkandung dalam bahan masuk heater

ΔH_6 = panas yang terkandung dalam bahan keluar heater

Q_{loss} = panas yang hilang (asumsi : 2% dari total bahan masuk)

Q_{steam} = panas yang terkandung dalam steam

Data:

Suhu referensi	=	25	°C	=	298,15	K
Suhu bahan masuk	=	30	°C	=	303,15	K
Suhu bahan keluar	=	60	°C	=	333,15	K

Menghitung panas yang masuk ke *heater* (ΔH_5)

T bahan masuk = 30 °C = 303,15 K

T referensi = 25 °C = 298,15 K

ΔH_1 = panas yang terkandung bahan masuk heater

Komponen	BM kmol/jam	m (kg/jam)	Cp (kJ/kmol.K)	ΔH_5 (KJ/jam)
NaOH	40,0000	11707,1108	47,1700	69028,0518
H_2O	18,0200	11707,1108	28,5400	92708,3632
Total		23414,2215		161736,4150

Menghitung panas yang masuk ke *heater* ($\Delta H6_1$

T bahan masuk = 60 °C = 333,15 K

T referensi = 25 °C = 298,15 K

ΔH_2 = panas yang terkandung dalam liquid keluar heater

Komponen	BM (kmol/jam	Massa kg/jam	Cp (kJ/kmol.K)	ΔH_6 (Kj/jam)
NaOH	40,0000	11707,1108	47,1700	483196,3627
H_2O	18,0200	11707,1108	28,5400	648958,5426
Total		23414,2215		1132154,9053

Menghitung panas *steam* (Q*steam*)

$\Delta H_5 + Q_{steam} = \Delta H_6 + Q_{loss}$

$Q_{steam} = \Delta H_6 + Q_{loss} - \Delta H_5$

$0{,}98\ Q_{steam} = \Delta H_6 + 0{,}02\Delta H_5 + 0{,}02 Q_{steam} - \Delta H_5$

$0{,}98\ Q_{steam} = \Delta H6 - 0{,}98\ \Delta H_5$

Q_{steam} = 993523,6924

digunakan *steam* pada suhu 130°C (geankoplis, 3th edition, tabel A-29)

Hv = 2719,9 kJ/kg

Hl = 546,3 kJ/kg

$\lambda = H_v - H_L$

λ = 2173,6

Massa *steam* yang diperlukan

m = Q/ λ

= 993523,6924 / 2173,6

= 457,0867

Menghitung panas yang hilang (Q_{loss})

Qlo = 2% x ($\Delta H_5 + Q_{steam}$)

= 2% x (161736,4150 + 993523,6924)

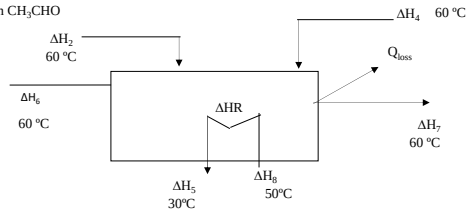
= 23105,20215 kJoule/jam

Neraca Panas Heater (E-115)

Masuk heater formaldehid NaOH (E-115)		**Keluar heater NaOH (E-115)**	
Komponen	kj/jam	**Komponen**	**kj/jam**
ΔH_5	161736,4150	ΔH_6	1132154,9053
Q_{steam}	993523,6924	Qloss	23105,2021
total	**1155260,1075**	**Jumlah**	**1155260,1075**

2. REAKTOR (R-110)

Fungsi: Mereaksikan antara HCHO, NaOH, dan CH_3CHO



Neraca panas total : $\Delta H_2 + \Delta H_4 + \Delta H_6 + \Delta H_5 + \Delta H_R = \Delta H_7 + \Delta H8 + Qloss + Qs$

Dimana :

ΔH_2 = panas yang terkandung dalam bahan HCHOmasuk reaktor

ΔH_4 = panas yang terkandung dalam bahan NaOH masuk reaktor

ΔH_6 = panas yang terkandung dalam bahan CH3CHO masuk reaktor

ΔH_7 = Panas yang terkandung dalam bahan C(CH2OH) keluar reaktor

ΔH_R = panas pembentukan reaksi

ΔH_5 = panas yang terkandung pada air pendingin masuk

ΔH_8 = Panas yang terkandung pada air pendingin keluar

Q_{loss} = panas yang hilang (asumsi: 2%)

Reaksi: $4HCHO + CH3CHO + NaOH \xrightarrow{90} C(CH2OH)4 + HCOONa$

Menghitung panas HCHO yang masuk Reaktor R-110 (ΔH_2)

T bahan masuk = 60 ºC = 333,15 K

T referensi = 25 ºC = 298,15 K

Komponen	BM (kmol/jam	Massa kg/jam	Cp (kJ/kmol.K)	ΔH_2 (Kj/jam)
HCHO	30,0300	8663,2620	39,4300	398126,3627
H_2O	18,0200	12409,5374	28,5400	687896,0552
CH_4O	32,0400	2341,4222	54,5500	139524,3522
Total		21072,7994		1086022,4178

Menghitung panas CH_3CHO yang masuk Reaktor R-110 (ΔH_4)

T bahan masuk = 60 ºC = 333,15 K

T referensi = 25 ºC = 298,15 K

Komponen	BM kmol/jam	m (kg/jam)	Cp (kJ/kmol.K)	ΔH_4 (KJ/jam)
CH_3CHO	44,0500	20320,2681	65,4400	1056561,6794
H_2O	18,0200	234,1422	28,5400	12979,1709
Total		20554,4103	93,9800	1069540,8502

Menghitung panas NaOH yang masuk Reaktor R-110 (ΔH_6)

T bahan masuk = 60 ºC = 333,15 K

T referensi = 25 ºC = 298,15 K

Komponen	BM (kmol/jam	Massa kg/jam	Cp (kJ/kmol.K)	ΔH_6 (Kj/jam)
NaOH	40,0000	11707,1108	47,1700	483196,3627
H_2O	18,0200	11707,1108	28,5400	648958,5426
Total		23414,2215		1132154,9053

Menghitung panas bahan yang keluar reaktor (ΔH_7)

T bahan keluar = 60 ºC = 333,15 K

T referensi = 25 ºC = 298,15 K

Komponen	BM kmol/jam	m (kg/jam)	Cp (kJ/kmol.K)	ΔH_7 (KJ/jam)
HCHO	30,0300	866,3262	39,4300	39812,6363
H_2O	18,0200	24350,7904	28,5400	1349833,7686
CH4O	32,0400	2341,4222	54,5500	139524,3522
CH_3CHO	44,0500	20320,2681	65,4400	1056561,6794
NaOH	40,0000	9110,6639	47,1700	376031,2640
C(CH2OH)4	136,1500	8838,3838	198,8500	451802,7297
HCOONa	68,0100	4414,8101	71,4800	162402,1736
Total		70242,6646		3575968,6037

Menghitung panas reaksi ($\Delta H_{R\ 25°C}$)

Reaksi: $4HCHO + CH_3CHO + NaOH \xrightarrow{90°C} C(CH_2OH)_4 + HCOONa$

Formaldehid

ΔH_f HCHO = -3859,367299 kJ/kg x 8663,2620 kg/jam
= -33434709,92 kJ/jam

ΔH_f H_2O = -277674,7403 kJ/kg x 12409,537 kg/jam
= -3445815076 kj/jam

ΔH_f CH_4O = -7448,812809 kJ/kg x 2341,4222 kg/jam
= -17440815,32

NaOH

ΔH_f NaOH = -10665,016 kJ/kg x 11707,111 kg/jam
= -124856523,6 kj/jam

ΔHf H_2O = -277674,7403 kJ/kg x 11707,111 kg/jam
= -3250768940 kj/jam

Acetaldeid

ΔHf CH_3CHO = -3776,523042 kJ/kg x 20320,2681 kg/jam
= -76739960,57 kj/jam

ΔHf H_2O = -277674,7403 kJ/kg x 234,1422 kg/jam
= -65015378,8 kJ/jam

Produk

ΔHf $C(CH_2OH)_4$ = -5704,8679 kj/kg x 8838,3838 kg/jam
= -50421812 kJ/jam

ΔHf HCOONa = -9800,027984 kj/kg x 4414,8101 kg/jam
= -43265262,2 kj/jam

ΔHf H2O = -277674,7403 kj/kg x 24350,7904 :g/jam
= -6761599395 kj/jam

Tidak bereaksi

ΔHf HCHO = -3859,367299 kj/kg x 866,3262 kg/jam
= -3343470,992 kj/jam

ΔHf NaOH = -10665,016 kj/kg x 9110,6639 kg/jam
= -97165376,23 kj/jam

ΔHf CH_3CHO = -3776,5230 kj/kg x 20320,268 kg/jam
= -76739960,57 kj.jam

ΔHf Reaktan		ΔHf produk	
Kompo	(kj/jam)	Komponen	(kj/jam)
HCHO	-33434709,92	$C(CH_2OH)_4$	-50421811,731
CH_4O	-17440815,32	HCOONa	-43265262,204
H_2O	-3445815076	H_2O	-6761599395
ΔHf Reaktan		HCHO	-3343470,992
NaOH	-124856523,6	NaOH	-97165376,23
H_2O	-3250768940	CH_3CHO	-76739960,57
ΔHf Reaktan			
CH_3CH	-76739960,57		
H_2O	-3250768940		
Total	-10199824966	Total	-7032535276,9

$\sum \Delta H_{298,15}$ = ΔHf Produk - ΔHf Reaktan
= -7032535277 - -10199824966 kkal/jam
= 3167289689 kj/jam

ΔHf produk		ΔHf Reaktan	
Komponen	(kj/jam)	Komponen	(kj/jam)
C(CH2OH)3	451802,7297	HCHO	398126,3627
HCOONa	162402,1736	CH4O	687896,0552
		H2O	139524,3522
		NaOH	483196,3627
		H2O	648958,5426
		CH3CHO	1056561,6794
		H2O	12979,1709
Total	**614204,9033**	**Total**	**3427242,5255**

Menghitung panas Reaksi

ΔH_R = ΔH_{produk} - ΔH Reaktan + $\Delta H_{298,15}$

= 614204,9033 - 3427242,5255 + 3167289689

= -3170102726,4486 kJ/jam (reaksi eksotermis)

Menghitung panas yang hilang (Q_{loss})

Qloss = 2% dari panas masuk reaktor

= 2% x (ΔH_2 + ΔH_4+ ΔH_6+ ΔHR)

= 2% x (1086022,4178 + 1132154,9053 + 1069540,8502 + -3170102726,449)

= -63336300,17 kJ/jam

Neraca panas total

ΔH_2 + ΔH_4 + ΔH_6 + ΔH_5 + ΔH_R = ΔH_7 + ΔH9 + Q_{loss}

ΔH2 + ΔH4 + ΔH6 + ΔHR = ΔH7 + (ΔH5 - ΔH8) + Qloss

ΔH2 + ΔH4 + ΔH6 + ΔHR = ΔH7 + Qserap + Qloss

Maka: Qserap = (ΔH_2 + ΔH_4 + ΔH_6 + ΔHR) - (ΔH5 + Δloss)

= (1086022,4178 + 1132154,9053 + 1069540,8502 + -3170102726,449) - (3575968,6037 + -63336300,17)

= -3107054676,7134 kJ/jam

Menentukan kebutuhan air pendingin

ΔH_5 = m x Cp dT

= m x 1,584 (303,2 - 298,15)

= 480,1896 m kJ/jam

Suhu air pendingin masuk = 30 °C = 303,15 K

Suhu air pendingin keluar = 50 °C = 323,15 K

ΔH_8 = m x Cp dt

= m x 1,584 (323,15 - 303,15)

= 31,6759 m kJ/jam

Qserap = ΔH_8 - ΔH_5

-3107054676,713 = 31,6759 m - 480,1896 m

-3107054676,7134 = -448,5137 m

m = 6927446,7761 Kg/jam

Maka didapatkan :

ΔH_5 = 480,1896 m

= 480,1896 x 6927446,7761

= 3326487896 kJ/jam

ΔH_8 = 31,6759 m

= 31,6759 x 6927446,7761

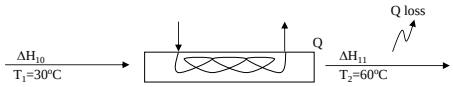
= 219433219,7

Neraca Panas pada Reaktor (R-110)

Masuk Reaktor (R-110)		Keluar Reaktor (R-110)	
Komponen	**kJ/jam**	**Komponen**	**kJ/jam**
ΔH2	1086022,4178	ΔH_7	3575968,6037
ΔH4	1132154,9053	ΔH_8	219433219,7
ΔH_6	1069540,8502	Qloss	-63336300,17
ΔH_5	3326487896,4596		
ΔHR	-3170102726,449		
Total	**159672888,1844**	**Total**	**159672888,1844**

4. *HEATER* Asam Format (HCOOH) (E-124)

Fun Untuk menaikkan suhu Asam format (HCOOH) dari 30 °C menjadi 60 °C sebelum masuk netralizer (R-120)



Neraca panas total : $\Delta H_{10} + Q_{steam} = \Delta H_{11} + Q_{loss}$

Dimana :

ΔH_{10} = panas yang terkandung dalam bahan masuk heater

ΔH_{11} = panas yang terkandung dalam bahan keluar heater

Q_{loss} = panas yang hilang (asumsi : 2% dari total bahan masuk)

Q_{steam} = panas yang terkandung dalam steam

Data:

Suhu referensi = 25 °C = 298,15 K

Suhu bahan masuk = 30 °C = 303,15 K

Suhu bahan keluar = 60 °C = 333,15 K

Menghitung panas yang masuk ke *heater* (ΔH_{10})
T bahan masuk = 30 °C = 303,15 K
T referensi = 25 °C = 298,15 K
ΔH_1 = panas yang terkandung bahan masuk heater

Komponen	BM kmol/jam	m (kg/jam)	Cp (kJ/kmol.K)	ΔH_1 (KJ/jam)
HCOOH	46,0300	10478,0502	52,8500	60152,6128
H_2O	18,0200	213,8378	28,5400	1693,3767
Total		**10691,8880**		**61845,9895**

Menghitung panas yang masuk ke *heater* (ΔH_{11})
T bahan masuk = 60 °C = 333,15 K
T referensi = 25 °C = 298,15 K
ΔH_{11} = panas yang terkandung dalam liquid keluar heater

Komponen	BM (kmol/jam	Massa kg/jam	Cp (kJ/kmol.K)	ΔH_{11} (Kj/jam)
HCOOH	46,0300	10478,0502	52,8500	421068,2893
H_2O	18,0200	213,8378	28,5400	11853,6369
Total		**10691,8880**		**432921,9263**

Menghitung panas *steam* (Q*steam*)

$\Delta H_{10} + Q_{steam} = \Delta H_{11} + Q_{loss}$

$Q_{steam} = \Delta H_{11} + Q_{loss} - \Delta H_{10}$

$0,98\ Q_{steam} = \Delta H_{11} + 0,02\Delta H_{10} + 0,02Q_{steam} - \Delta H_{10}$

$0,98\ Q_{steam} = \Delta H2 - 0,98\ \Delta H_1$

Q*steam* = 379911,0781

digunakan *steam* pada suhu 130°C (geankoplis, 3th edition, tabel A-29)
Hv = 2719,9 kJ/kg
Hl = 546,3 kJ/kg
$\lambda = H_v - H_L$
λ = 2173,6

Massa *steam* yang diperlukan
m = Q/ λ
= 379911,0781 / 2173,6
= 174,7843

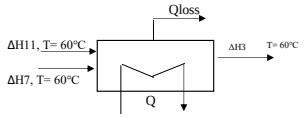
Menghitung panas yang hilang (Q_{loss})
Qlo = 2% x ($\Delta H_{10} + Q_{steam}$)
= 2% x (61845,9895 + 379911,0781)
= 8835,141352 kJoule/jam

Neraca Panas Heater (E-124)

Masuk heater formaldehid HCHO (E-124)		Keluar heater HCHO (E-124)	
Komponen	kj/jam	**Komponen**	**kj/jam**
ΔH_{10}	61845,9895	ΔH11	432921,9263
Q_{steam}	379911,0781	Qloss	8835,1414
total	**441757,0676**	**Jumlah**	**441757,0676**

5 Netralizer (R-120)

Fungsi: untuk menetralkan larutan saat kelebihan basa



Neraca | ΔH7 + ΔH11 + Q = ΔH12 + ΔHR + Qloss

Keterangan:
ΔH7 = panas yang dikandung bahan dari reaktor
ΔH11 = panas bahan HCOOH masuk tangki netralizer
ΔH12 = panas yang terbawa keluar tangki netralizer
Q = panas yang terbawa air pendingin
Qloss = panas yang hilang

a. Menghitung panas bahan yang masuk ΔH1

$$NaOH + HCOOH \longrightarrow HCOONa + H_2O$$

T bahan masuk = 60 °C = 333,15 K
T referensi = 25 °C = 298,15 K

ΔH7

Komponen	BM kmol/jam	m (kg/jam)	Cp (kJ/kmol.K)	ΔH7(KJ/jam)
HCHO	30,0300	866,3262	39,4300	39812,63627
H_2O	18,0200	24350,7904	28,5400	1349833,769
CH4O	32,0400	2341,4222	54,5500	139524,3522
CH_3CHO	44,0500	20320,2681	65,4400	1056561,679
NaOH	40,0000	9110,6639	47,1700	376031,264
$C(CH_2OH)_4$	136,1500	8838,3838	198,8500	451802,7297
HCOONa	68,0100	4414,8101	71,4800	162402,1736
Total				**3575968,604**

Komponen	BM (kmol/jam	Massa kg/jam	Cp (kJ/kmol.K)	ΔH11 (Kj/jam)
HCOOH	46,0000	10478,0502	52,8500	421342,8991
H_2O	18,0200	213,8378	28,5400	11853,6369
Total		**10691,8880**		**433196,5360**

ΔH Reaktan

Komponen	BM (kmol/jam	Massa kg/jam	Cp (kJ/kmol.K)	ΔH (Kj/jam)
HCOOH	46,0000	10478,0502	52,8500	421342,8991
NaOH	40,0000	9110,6639	47,1700	376031,2640
Total		**19588,7141**		**797374,1631**

Data Pembentukan Panas Standard (ΔHf_{298})

H_2O	=	-277674,7403	kJ/kg	x	213,8378	kg/jam
	=	-59377344,25	kJ/jam			
HCOOH	=	-8817,03237	kJ/kg	x	10478,0502	kg/jam
	=	-92385307,79	kJ/jam			
NaOH	=	-10665,016	kJ/jam	x	9110,6639	kg/jam
	=	-97165376,23	kJ/jam			
HCOONa	=	-9800,027984	kJ/jam	x	10478,0502	kg/jam
	=	-102685185,2	kJ/jam			

ΔHf_{298} = Δhf produk - ΔHf reaktan
= (59377344,25 + -102685185,2) - (-92385307,79 + -97165376,23)
= 146242843,1 kJ/jam

T bahan masuk = 60 °C = 333,15 K
T referensi = 25 °C = 298,15 K

ΔH produk

Komponen	BM (kmol/jam	Massa kg/jam	Cp (kJ/kmol.K)	ΔH (Kj/jam)
HCOONa	68,0100	15491,1126	71,4800	569852,4552
H2O	18,0200	4097,6006	28,5400	227141,6906
Total		**19588,7132**		**796994,1458**

ΔHR = Δhf produk - ΔHf reaktan + ΔHf298
= (796994,1458) - (797374,1631) + (146242843)
= 146242463,0706 kJ/jam (reaksi endotermis)

T bahan keluar = 60 °C = 333,15 K
T referensi = 25 °C = 298,15 K

ΔH3

Komponen	BM kmol/jam	m (kg/jam)	Cp (kJ/kmol.K)	ΔH12 (KJ/jam)
HCOOH	46,0000	10478,0502	52,8500	421342,8991
NaOH	40,0000	9110,6639	47,1700	376031,264
CH_4O	32,0400	2341,4222	54,5500	139524,3522
CH_3CHO	44,0500	20320,2681	65,4400	1056561,679
$C(CH_2OH)_4$	136,1500	8838,3838	198,8500	451802,7297
H_2O	18,0200	28662,2288	28,5400	1588829,096
Total				**4034092,02**

Menghitung Qloss
Asumsi = 2% dari total bahan masuk

Qloss = 2% x ($\Delta H_7 + \Delta H_{11} +$)
= 2% x (3575968,604 + 433196,5360 +)
= 2% x 4009165,1398
= 80183,3028

mencari neraca panas total

ΔH7 + ΔH_{11} + Q = ΔH12 + Qloss + ΔHR
3575968,604 + 433196,5360 + Q = 4034092,0205 + 80183,3028 + 146242463,0706
4009165,1398 + Q = 150356738,3939
Q = 150356738,3939 - 4009165,1398
Q = 146347573,2541

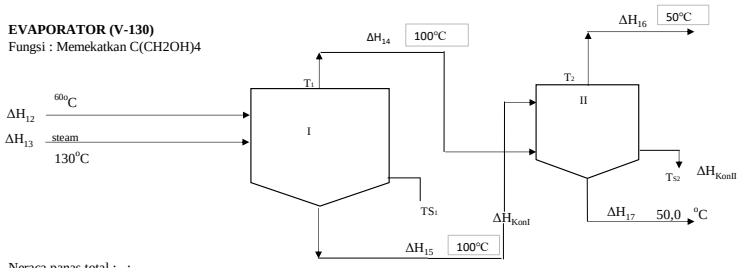
Digunakan steam pada suhu 130°C
HV = 2719,9 kJ/kg
HL = 546,3 kJ/kg
λ = HV - HL
λ = 2173,6

Sehingga
Q = M λ
kebutuhan steam (m) = $\frac{Q}{\lambda}$
= $\frac{146347573,2541}{2173,6}$
= 67329,57916

Neraca Panas Pada Netralizer			
Panas Masuk (kJ/jam)		Panas Keluar (kJ/jam)	
ΔH7	3575968,604	ΔH12	4034092,02
ΔH11	433196,5360	ΔHR	146242463,0706
Q	146347573,254	Qloss	80183,3028
Total	150356738,3939	Total	150356738,3939

6. EVAPORATOR (V-130)

Fungsi : Memekatkan C(CH2OH)4



Neraca panas total : :

Effect I : $\Delta H_{12} + \Delta H_{13} = \Delta H_{14} + \Delta H15 + \Delta H_{Kon\ I}$

Effect II : $\Delta H_{14} + \Delta_{15} = \Delta H_{16} + \Delta H_{17} + \Delta H_{Kon\ II}$

Dimana :

ΔH_{12}	:	panas yang terkandung dalam bahan (*liquid*) masuk badan I
ΔH_{13}	:	panas *steam* masuk badan I
ΔH_{14}	:	panas yang terkandung dalam bahan (*liquid*) masuk badan II
ΔH_{15}	:	panas *steam* masuk badan II
ΔH_{16}	:	panas yang terkandung dalam bahan (*liquid*) keluar badan II
ΔH_{17}	:	panas *steam* keluar badan II
$\Delta H_{Kon\ I}$	:	panas yang terkandung dalam kondensat keluar badan I
$\Delta H_{Kon\ II}$	:	panas yang terkandung dalam kondensat keluar badan II

- Umpan masuk pada T_F = 60 °C
- Konsentrasi awal, X_F = 0,5007 = 50,0715 %
- Konsentrasi akhir, X_L = 0,98 = 98 %
- Steam masuk pada Ts = 130 °C
- F = 57406,5352 kg/jam
- Tekanan steam pada TS1 130 °C = 101,3 kPa
- Tekanan badan I

  T1 = 100 °C P1 = 1 atm = 101,33 kPa
- Asusmsi tekanan steam pada badan 2

  T2 = 50 °C P_2 = 0,5 atm = 50,66 kPa

- Harga koefisien perpindahan panas (U) ……..(Geankoplis hal 496)

  U_1 = 1100 $W/m^2.K$

  U_2 = 2800 $W/m^2.K$

Langkah-langkah (Geankoplis hal 504-511)

1 Neraca Massa

$F = L_2 + (V_1 + V_2)$

$F.X_F = L_2.X_L + (V_1 + V_2).\ 0$

$57406{,}5352 \times 0{,}5007 = L_2 \times 0{,}98$

L_2 = 29330,9250 kmol/jam

Total uap $(V_1 + V_2) = F - L_2$

= 57406,54 - 29330,92

= 28075,6103 kg/jam

Asumsi : Jumlah uap yang teruapkan pada masing-masing badan adalah sama

$$V_1 = V_2 = \frac{28075{,}61}{2} = 14037{,}8051 \text{ kg/jam}$$

Menghitung neraca massa total pada masing-masing badan :

$F = 57406{,}54 = L_1 + V_1 = L_1 + 14037{,}8051$, $L_1 = 43368{,}73$ kmol/jam

$L_1 = 43368{,}73 = L_2 + V_2 = L_2 + 14037{,}8051$, $L_2 = 29330{,}92$ kmol/jam

2 Menghitung neraca massa komponen pada masing-masing badan :

1) $57406{,}54\ (0{,}501) = L_1 \times x_1 = 43368{,}7 \times x_1$, $x_1 = 0{,}66$

2) $43368{,}73\ (0{,}66) = L_2 \times x_2 = 29330{,}92 \times x_2$, $x_2 = 0{,}98$

3 Dari persamaan 8.5-6 Geankoplis hal 504, didapat :

$$\Delta T_1 = \frac{\Sigma\Delta T\ 1/U_1}{1/U_1 + 1/U_2} = \frac{(80{,}0000) \times (1/1100)}{(1/1100) + (1/2800)} = 57{,}435897 \text{ °C} =$$

$$\Delta T_2 = \frac{\Sigma\Delta T\ 1/U_2}{1/U_1 + 1/U_2} = \frac{(80) \times (1/2800)}{(1/1100) + (1/2800)} = 22{,}56 \text{ °C}$$

Maka,

ΔT_1 = 57,44 °C ΔT_2 = 22,56 °C

Menghitung titik didih aktual larutan untuk masing-masing badan :

1) $T_1 = T_{S1} - \Delta T_1$ = 130 - 57,436 = 72,5641 °C

   T_{S1} = 130 °C (kondensat steam pada badan I)

2) $T_2 = T_1 - \Delta T_2$ = 100 - 22,5641026 = 77,4359 °C

   $T_{S2} = T_1$ = 100 °C (kondensat steam pada badan II)

Suhu pada Double-*Effect* :

Badan I	Badan II	Kondenser
T_{S1} = 130 °C	T_{S2} = 100,00 °C	T_{S3} = 50 °C
T_1 = 72,6 °C	T_2 = 77,4 °C	

4. Menghitung Cp larutan untuk masing-masing badan :

Cp = 4,19 - 2.35x (Geankoplis hal 507)

F : Cp = 4,19 - (2,35 × 0,50) = 3,01 kJ/kg.K

L_1 : Cp = 4,19 - (2,35 × 0,66) = 2,63 kJ/kg.K

L_2 : Cp = 4,19 - (2,35 × 0,98) = 1,89 kJ/kg.K

Mencari harga entalpi (H) pada masing-masing badan untuk air 0°C = 32°F

Badan I :

T_1 = 72,6 °C T_{S2} = 100,00 °C T_{S1} = 130 °C

H_1 = H_{S2} (*saturation* entalpi pada T_{S2}) **(Smith Vannes, 4th edition, hal 303)**

= 2679,30 kJ/kg

λ_{S1} = H_{S1} (*vapor saturation* entalpi pada T - h_{S1} (entalpi liquid pada T_{S1})

= 2676,0 - 419,1

= 2256,90 kJ/kg

Badan II :

T_2 = 77,4 °C

T_{S3} = 50,0 °C

H_2 = H_{S3} (*saturation* entalpi pada T_{S3}) **(Smith Vannes, 4th edition, hal 302)**

= 2645,30 kJ/kg

λ_{S2} = H_1 - h_{S2} (entalpi liquid pada T_{S2})

= 2679,300 - 438,6000 = 2240,7000 kJ/kg

Hubungan aliran yang digunakan dengan neraca panas :

V_1 = 57406,5352 - L_1

V_2 = L_1 - L_2

= L_1 - 29330,9250

L_2 = 29330,9250

Neraca panas untuk masing-masing badan :

- Neraca panas pada badan I :

F × Cp (T_F - 0)+S × λ_{S1} = L_1 × Cp (T_1 - 0) + V_1 × H_1

57407 × 3,01 × (60)+S 2256,90 = L_1 × 2,63 × (72,6)+(57407 - L1 × 2679,3

10379055,74 + 2256,90 S = 191,0 L_1 + 153809329,8 - 2679,3 L_1

2488,28 L_1 + 2256,90 S = 143430274,07 …… (1)

- Neraca panas pada badan II :

L_1 × Cp (T_1 - 0) + V_1 × λ_{S2} = L_2 × Cp (T_2 - 0) + V_2 × H_2

L_1× 2,632 × (72,6)+(57407 -L_1) × 2240,7 = L_2 × 1,89 × (77,4)+(L_1-L_2)× 2645,30

191,02111 L_1 + 128630823 - 2240,7 L_1 = 146,12154 L_2 + (L_1-L_2) x 2645,30

2499,18 L_2 + 128630823 = 4694,98 L_1 ……. (2)

L_1 = 43010,64 kg/jam V_1 = 14395,90 kg/jam

L_2 = 29330,92 kg/jam V_2 = 13679,71 kg/jam

S = 16131,78 kg/jam

5. Menghitung q :

$$q_1 = S \times \lambda_{S1} = \left(\frac{16131,78}{3600}\right)\left(2256,90 \times 1000\right) = 10113280,70 \text{ W}$$

$$q_2 = V_1 \times \lambda_{S2} = \left(\frac{14395,90}{3600}\right)\left(2240,70 \times 1000\right) = 8960246,09 \text{ W}$$

$$A_1 = \frac{10113280,70}{1100 \times 57,4} = 160,07 \text{ m}^2$$

$$A_2 = \frac{8960246,09}{2800 \times 22,6} = 141,82 \text{ m}^2$$

$$A_m = \frac{160,07 + 141,82}{2} = 150,95 \text{ m}^2$$

Steam ekonomi = $\frac{V_1 + V_2}{S} = \frac{14396 + 13680}{16131,78}$

= 1,7404

a. Menghitung panas pada badan I

H_L = 419,10 kJ/kg Hv = 2676,00 kJ/kg

H_1 = 2679,30 kJ/kg

F × Cp (T_F - 0) + S × λ_{S1} = L_1 × Cp(T_1 - 0) + V_1 H_1)

- Aliran panas masuk

ΔH_{12}= F × Cp (T_F - 0)

= 57406,54 × 3,01 × (60 - 0)= 2480594,3228 kJ/jam

ΔH_{13} = S × H_V

= 16131,78 × 2676,0 = 10317304,6824 kJ/jam

Total panas masuk pada badan I = 10317305 kJ/jam

- Aliran panas keluar

ΔH7 = L_1 × Cp (T_1 - 0)

= 43010,6384 × 2,63 × (72,564 - 0) = 1963609,6668 kJ/jam

ΔH8 = V_1 × H_1

= 14395,9 × 2679,30 = 921845,1374 kJ/jam

ΔH_{Kond} = S × H_L

= 16131,78 × 419,100 = 1615837,9643 kJ/jam

Total panas keluar pada badan I = 4501292,7685 kJ/jam

b. Menghitung panas pada bahan II

H_1 = 2679,30 kJ/kg
H_2 = 2645,30 kJ/kg
H_L = 438,60 kJ/kg

$L_1 \times Cp\ (T_1 - 0) + V_1 \times \lambda_{S2} = L_2 \times Cp\ (T_2 - 0) + V_2 \times H_2$

- Aliran panas masuk

$\Delta H7 = L_1 \times Cp\ (T_1 - 0)$
= 43010,6 × 2,63 × (72,564 - 0) = 1963609,6668 kJ/jam

$\Delta H8 = V_1 \times H_1$
= 14395,90 × 2679,3 = 9218451,37 kJ/jam
Total panas masuk pada badan II = 11182061,0409 kkal/jam

- Aliran panas keluar

$\Delta H_{10} = L_2 \times Cp\ (T_2 - 0)$
= 29330,92 × 1,89 × (77,4 - 0)
= 1024325,2911 kkal/jam

$\Delta H9 = V_2 \times H_2$
= 13679,71 × 2645,30 = 8648680,1111 kJ/jam

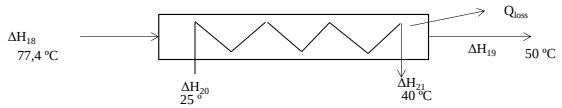
$\Delta H_{KonII} = V_1 \times H_L$
= 14395,90 × 438,60 = 1509055,6387 kJ/jam

Total panas keluar pada badan II = 11182061,0409 kJ/jam

Neraca Panas pada Evaporator (V-130A			
Masuk Evaporator (V-130A)		**Keluar Evaporator (V-130B)**	
Komponen	**(kJ/jam)**	**Komponen**	**(kJ/jam)**
ΔH_5	2480594,3228	ΔH7	1963609,6668
ΔH6	10317304,6824	ΔH8	9218451,3741
		Ke Utilitas	
		$\Delta H_{Kon\ I}$	1615837,9643
Total	**12797899,0052**	**Total**	**12797899,0052**

Neraca Panas pada Evaporator (V-130B)			
Masuk Evaporator (V-130A)		**Keluar Evaporator (V-130B)**	
Komponen	**(kJ/jam)**	**Komponen**	**(kJ/jam)**
ΔH8	9218451,3741	ΔH9	8648680,1111
ΔH7	1963609,6668	ΔH_{10}	1024325,2911
		$\Delta H_{Kon\ II}$	1509055,6387
Total	**11182061,0409**	**Total**	**11182061,0409**

7. BAROMETRIK KONDENSOR (E-132)



Neraca panas total : $\Delta H18 + \Delta H20 = \Delta H_{19} + \Delta H_{21} + Q_{loss}$

Dimana :

ΔH_{18} : Panas yang terkandung pada bahan masuk kondensor
ΔH_{19} : Panas yang terkandung pada bahan keluar kondensor
ΔH_{20} : Panas yang terkandung pada air pendingin masuk
ΔH_{21} : Panas yang diserap oleh air pendingin
Q_{loss} : Panas yang hilang 2%

Menghitung panas bahan yang masuk kondensor (ΔH_{18})

T bahan masuk = 77,4 °C = 350,55 K
T referensi = 25 °C = 298,15 K

Komponen	Bm(kg/kmol)	m(kg/jam)	Cp (kJ/kmol K)	ΔH_{18} (kJ/jam)
H_2O	18,02	28075,6103	28,5400	2330020,1359

Menghitung panas bahan yang keluar kondensor (ΔH_{19})

T bahan keluar = 50 °C = 323,15 K
T referensi = 25 °C = 298,15 K

Komponen	BM(kg/kmol)	m(kg/jam)	Cp (kJ/kmol K)	ΔH_{19} (kJ/jam)
H_2O	18,02	28075,6103	28,5400	1111650,8282

Menghitung panas yang hilang (Q_{loss})

Q_{loss} = 2 % × ΔH_{11}
= 0,02 × 2330020,1359 kJ/jam
= 46600,4027 kJ/jam

Neraca Panas Total :

$\Delta H_{18} + \Delta H_{20} = \Delta H_{19} + \Delta H_{21} + Q_{loss}$

$\Delta H_{18} = \Delta H_{19} + (\Delta H_{21} - \Delta H_{20}) + Q_{loss}$

$\Delta H_{18} = \Delta H_{19} + Q_{serap} + Q_{loss}$

maka: Q_{serap} = $\Delta H_{18} - \Delta H_{19} - Q_{loss}$

= 2330020,1359 - 1111650,8282 - 46600,4027

= 1171768,9050 kJ/jam

Sehingga kebutuhan air pendingin (m) :

Q_{serap} = $\Delta H_{21} - \Delta H_{20}$

ΔH_{14} = m × Cp dT 40°C

= m × 1,5860 × (323,15 - 298,15)

= 39,65 m kJ/jam

ΔH_{13} = m × Cp dT 27°C

= m × 1,5860 × (300,15 - 298,15)

= 3,1720 m kJ/jam

Q_{serap} = $\Delta H_{121} - \Delta H_{20}$

1171768,905 = 39,6500 m - 3,1720 m

1171768,905 = 36,4780 m

m = 32122,6192 Kg/jam

Maka didapatkan:

ΔH21 = m × 39,6500

= 32122,6192 × 39,6500

= 1273661,8532 kJ/jam

ΔH20 = m × 3,1720

= 32122,62 × 3,1720

= 101892,9483 kJ/jam

Neraca Panas *Barometric Condensor* (E-132)			
Aliran Panas Masuk		**Aliran Panas Keluar**	
Komponen	**(kJ/jam)**	**Komponen**	**kJ/jam**
ΔH18	2330020,136	ΔH_{19}	1111650,8282
ΔH_{20}	101892,9483	ΔH21	1273661,853
		Q_{Loss}	46600,40272
Total	**2431913,084**	**Total**	**2431913,084**

8. KRISTALIZER (X-140)

Fungsi : untuk membentuk kristal pentaeritritol $C(CH_2OH)_4$

Bahan masuk :

Suhu masuk = 77,4 °C

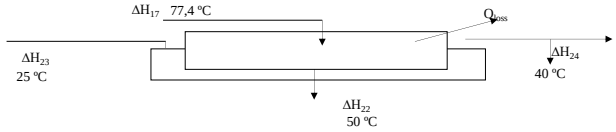
Suhu keluar = 50 °C

Pendingin (cooling water) :

Suhu masuk = 25 °C

Suhu keluar = 40 °C

T ref = 25 °C



Neraca Panas Total : $\Delta H_{17} + \Delta H_{23} = \Delta H_{22} + \Delta H_{24} + Q_{loss}$

Dimana :

ΔH_{17} = Panas yang terkandung pada bahan masuk kristalizer

ΔH_{22} = Panas yang terkandung pada bahan keluar kristalizer

Qs = Panas yang diserap oleh pendingin (ΔH22 - ΔH24)

Q_{loss} = Panas yang hilang 2%

Menghitung panas bahan yang masuk kristalizer (ΔH_{17})

T bahan masuk	=	77,4	°C =	350,5859	**K**
T referensi	=	25	°C =	298,15	K
Panas masuk	=	8648680,1111	KJ/jam		

Komponen	BM (kg/kmol)	m(kg/jam)	Cp (kJ/kmol K)	ΔH_{17}(kJ/jam)
$C(CH_2OH)_4$	136,1500	8838,3838	198,8500	676876,6171
HCOONa	68,01	19905,9227	71,4800	1097040,8175
H_2O	18,02	586,6185	28,5400	48717,3483
HCHO	30,03	866,3262	39,4300	59646,0375
CH_3CHO	44,05	20320,2681	65,4400	1582907,4244
CH_4O	32,04	2341,4222	54,5500	209030,9891
Total				**3674219,2340**

Menghitung panas yang terkandung pada produk keluar kristalizer (ΔH22)

T bahan keluar = 50 °C = 323,15 K
T referensi = 25 °C = 298,15 K

Komponen	BM (kg/kmol)	m(kmol/jam)	Cp (kJ/kmol K)	ΔH_{22}(kJ/jam)
$C(CH_2OH)_4$	136,1500	202,6649	198,8500	7399,9113
HCOONa	68,01	19905,9227	71,4800	523039,0206
H_2O	18,02	586,6185	28,5400	23227,0976
HCHO	30,03	866,3262	39,4300	28437,5973
Kristal $C(CH_2OH)_4$	136,1500	8635,7189	198,8500	315316,3243
CH_3CHO	44,05	20320,2681	65,4400	754686,9138
CH_4O	32,04	2341,4222	54,5500	99660,2515
Total				**1751767,1164**

Menghitung panas yang hilang (Q_{loss})

Diasumsikan panas yang hilang sebesar 2% dari jumlah panas yang masuk

Q_{loss} = 2% × ΔH_{17}
Q_{loss} = 0,02 × (3674219,2340)
Q_{loss} = 73484,3847 kJ/jam

Menghitung panas yang diserap oleh air pendingin (Q_A)

Q_A = ΔH_{17}- (ΔH_{22} + Q_{loss})
= 3674219,23 - (1751767,1164 + 73484,3847)
= 1848967,7328 kJ/jam

Menghitung kebutuhan air pendingin

Kebutuhan air pendingin (m)

Cp air pendingin (Q) = 1,005 Kj/kg.K = 0,240195 Kkal/kg.C
Temperatur masuk = 25 °C
Temperatur keluar = 40 °C

$$m = \frac{Q_{pendingin}}{Cp \cdot \Delta T}$$

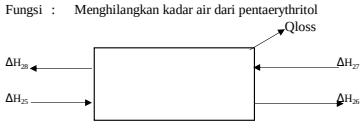
$$= \frac{1848967,7328}{0,240195 \times 15}$$

= 513185,185 kg/jam

Neraca Panas pada Kristalizer (X-140)			
Masuk kristalizer (X-140)		**Keluar kristalizer (X-140)**	
Komponen	**(kJ/jam)**	**Komponen**	**(kJ/jam)**
ΔH_{17}	3674219,2340	ΔH_{22}	1751767,1164
		Q_A	1848967,7328
		Q_{loss}	73484,3847
Total	**3674219,2340**	**Total**	**3674219,2340**

9. ROTARY DRYER (B-150)

Fungsi : Menghilangkan kadar air dari pentaerythritol



Neraca panas total : ΔH_{25} + ΔH_{26} = ΔH_{27} + ΔH_{28} + Qloss

Dimana:

ΔH_{25} = Panas bahan masuk rotary dryer
ΔH_{26} = Panas udara masuk rotary dryer
ΔH_{27} = Panas bahan keluar rotary dryer
ΔH_{28} = Panas yang terbawa ke cyclone
Qloss = Panas yang hilang

Data:
Treferensi : 25 °C = 298,15 K
Tmasuk: 30 °C = 303,15 K
Tkeluar: 100 °C = 373,15 K
Tudarapanas: 120 °C = 393,15 K
Tmasukcyclone: 100 °C = 373,15 K

Menghitung panas yang masuk ke Rotary Dryer (ΔH_{25})

T bahan masuk = 30 °C = 303,15 K
Treferensi = 25 °C = 298,15 K

Komponen	BM (kg/kmol)	m(kmol/jam)	Cp (kJ/kmol K)	ΔH_{25}(kJ/jam)
HCOONa	68,01	19,9059	71,4800	104,6078
H_2O	18,02	175,9855	28,5400	1393,6259
HCHO	30,03	0,8663	39,4300	5,6875
Kristal $C(CH_2OH)_4$	136,1500	8635,7189	198,8500	63063,2649
CH_3CHO	44,05	20,3203	65,4400	150,9374
CH_4O	32,04	2,3414	54,5500	19,9321
Total				**64738,0555**

Menghitung panas yang keluar ke Rotary Dryer (ΔH_{27})

T bahan keluar = 100 °C = 373,15 K
Treferensi = 25 °C = 298,15 K

Komponen	BM (kg/kmol)	m(kmol/jam)	Cp (kJ/kmol K)	ΔH_{27}(kJ/jam)
HCOONa	68,01	19,7069	71,4800	1553,4259
H_2O	18,02	3,5197	28,5400	418,0878
HCHO	30,03	0,8577	39,4300	84,4597
$C(CH_2OH)_4$	136,1500	8549,3617	198,8500	936489,4831
CH_3CHO	44,05	20,1171	65,4400	2241,4201
CH_4O	32,04	2,3180	54,5500	295,9909
Total				**941082,8675**

Menghitung panas yang keluar ke cyclone (ΔH_{28})

T bahan masuk = 100 °C = 373,15 K
Treferensi = 25 °C = 298,15 K

Komponen	BM (kg/kmol)	m(kmol/jam)	Cp (kJ/kmol K)	ΔH_{28}(kJ/jam)
HCOONa	68,01	0,1991	71,4800	15,6912
H_2O	18,02	172,4658	28,5400	20486,3001
HCHO	30,03	0,0087	39,4300	0,8531
$C(CH_2OH)_4$	136,1500	86,3572	198,8500	9459,4897
CH_3CHO	44,05	0,2032	65,4400	22,6406
CH_4O	32,04	0,0234	54,5500	2,9898
Total				**29987,9645**

Menghitung panas udara yang masuk (ΔH_{26})

T bahan masuk = 120 °C = 393,15 K
Treferensi = 25 °C = 298,15 K

ΔH_{26} = m x Cp Dt
= m x 145,30 x (393,15 - 298,15)
= 13803,5 m J/jam

Menghitung panas yang hilang (Qloss)

Qloss = 2% dari panas masuk
= 2% x (ΔH_{25} + ΔH_{26})
= 2% x (64738,0555 + 13803,5 m)
= 1294,761109 + 276,07 m

$\Delta H26$ = ($\Delta H27$ + $\Delta H28$ + Qloss) - ΔH_{25}
13803,5 m = 941082,8675 + 29987,9645 + 1294,761109 + 276,0700 m) - 64738,0555
13527,4300 m = 907627,5376
m = 67,0953 kg/jam

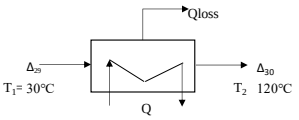
$\Delta H26$ = m x Cp x Dt
= 67,0953 x 145,30 x 95
= 926150,5486

Qloss = 1294,7611 + 276,0700 m
= 1294,76 + (276,0700 x 67,0953)
= 19817,77

Neraca panas pada Rotary Dryer (B-150)

masuk Rotary Dryer (B-150)		keluar rotary Dryer (B-150)	
komponen	(kJ/Jam)	Komponen	(kJ/Jam)
$\Delta H25$	64738,0555	$\Delta H27$	941082,8675
$\Delta H26$	926150,5486	$\Delta H28$	29987,9645
		Qloss	19817,7721
Total	**990888,6041**	**Total**	**990888,6041**

10 Heater Udara (E-153)



Neraca Panas Total : Δ_{29} + Qsteam = Δ_{30} + Qloss

Δ29 = Panas yang terkandung pada udara masuk
Δ30 = panas yang terkandung pada udara keluar
Qsteam = Panas yang terkandung didalam steam
Qloss = Panas yang hilang

Data: Treferensi = 25 °C = 298,15 K
Tudaramasuk = 30 °C = 303,15 K
Tudarakeluar = 120 °C = 393,15 K
digunakan saturated steam = 130 °C = 403,15 K
massa udara yang dibutuhkan = 67,0953

digunakan steam pada suhu 130 °C (geankoplis 4 th tabel A2-9)
λs = Hv - Hl , Diket: Hv = 2720,5 kJ/kg
= 2720,5 - 546,31 Hl = 546,31 kJ/kg
= 2174,19 kJ/kg

Menghitung panas yang terkandung dalam udara masuk (ΔH_{29})
T bahan masuk = 30 °C = 303,15 K
Treferensi = 25 °C = 298,15 K

Komponen	BM(kg/kmol)	m(kg/jam)	Cp (kJ/kmol K)	ΔH_{29} (kJ/jam)
Udara	29	67,0953	145,300	1680,8540
Total				**1680,8540**

Menghitung panas yang terkandung dalam udara keluar (ΔH_{30})
T bahan keluar = 120 °C = 393,15 K
Treferensi = 25 °C = 298,15 K

Komponen	BM(kg/kmol)	m(kg/jam)	Cp (kJ/kmol K)	ΔH_{30} (kJ/jam)
Udara	29	67,0953	145,300	31936,2258
Total				**31936,2258**

Menghitung panas yang diberikan oleh steam (Qsteam)
Qsteam = m x λsteam
= m kg/jam x 2174,19
= 2174,19 m kJ/jam

Menghitung panas yang hilang (Qloss)
Qloss = 2% dari panas yang masuk
= 2% x (ΔH29 + Qsteam)
= 2% x (1680,8540 + 2174,1900 m)
= 33,61708 + 43,4838 m

Menghitung kebutuhan steam
Neraca panas total: ΔH_{29} + Qsteam = ΔH30 + Qloss
1680,8540 + 2174,19 m = 31936,2258 + 33,61708 + 43,4838 m
2130,7062 m = 30288,9889
m = 14,2155 kg/jam

Menghitung panas yang diberikan oleh steam
Qsteam = 2174,19 m
= 2174,19 x 14,2155
= 30907,1315 kJ/jam

Menghitung panas yang hilang (Qloss)
Qloss = 33,61708 + 43,4838 m
= 33,61708 + 43,4838 x 14,2155
= 651,7597

Neraca panas pada Heater udara (E-153)			
masuk Heater Udara (E-153)		**keluar Heater Udara (E-153)**	
komponen	(kJ/Jam)	Komponen	(kJ/Jam)
ΔH_{29}	1680,8540	ΔH_{30}	31936,2258
Qsteam	30.907,1315	Qloss	651,7597
Total	**32587,9855**	**Total**	**32587,9855**