

BAB IV

NERACA PANAS

Pabrik : Pentaeritritol dari Formaldehid (HCHO) dan Acetaldehid
(CH₃CHO) dengan proses kondensasi basa NaOH

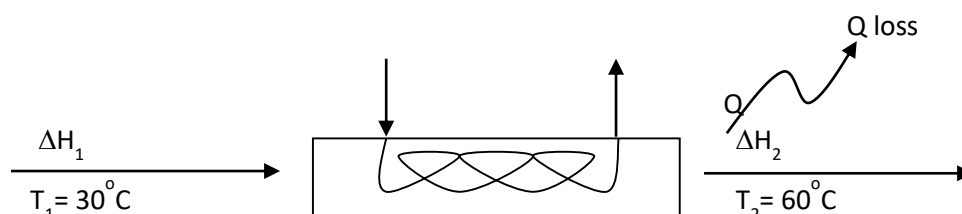
Kapasitas produksi : 70.000 ton/tahun

Waktu operasi : 330 hari/tahun
: 24 jam/hari

Suhu referensi : 25 °C = 298,15 K

Konversi satuan : 1 kkal = 4,184 kJ

1. HEATER Formaldehid (E-113)



Neraca panas total: Panas Masuk = Panas Keluar

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

Keterangan:

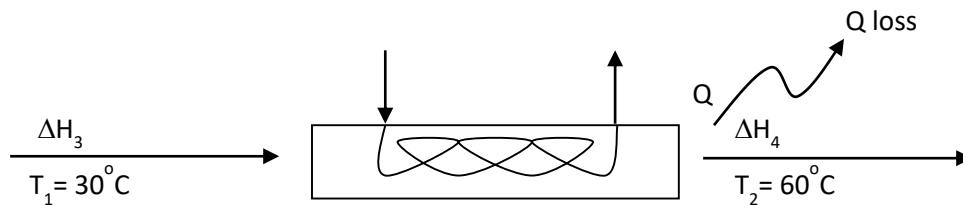
- ΔH_1 = panas yang terkandung dalam bahan masuk heater
- ΔH_2 = panas yang terkandung dalam bahan keluar heater
- Q_{loss} = panas yang hilang (asumsi : 2% dari total bahan masuk)
- Q_{steam} = panas yang terkandung dalam steam

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	Q_{loss}	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 reactor (R-110).



Neraca Panas Total:

Panas Masuk = Panas Keluar.

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

Keterangan:

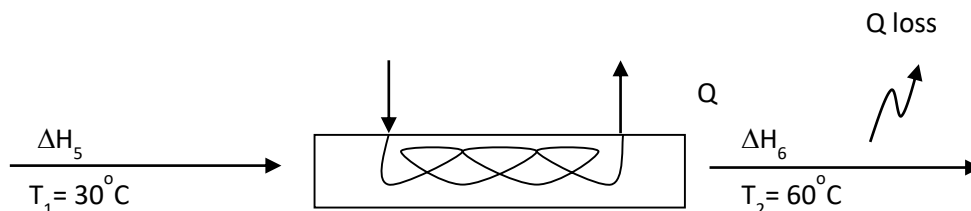
- ΔH_3 = panas yang terkandung dalam bahan masuk heater
- ΔH_4 = panas yang terkandung dalam bahan keluar heater
- Q_{loss} = panas yang hilang (asumsi : 2% dari total bahan masuk)
- Q_{steam} = panas yang terkandung dalam steam

Neraca Panas Heater (E-119)

Masuk heater 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	Q_{loss}	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 reactor (R-110).



Neraca Panas Total:

Panas Masuk = Panas Keluar.

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

Keterangan:

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)

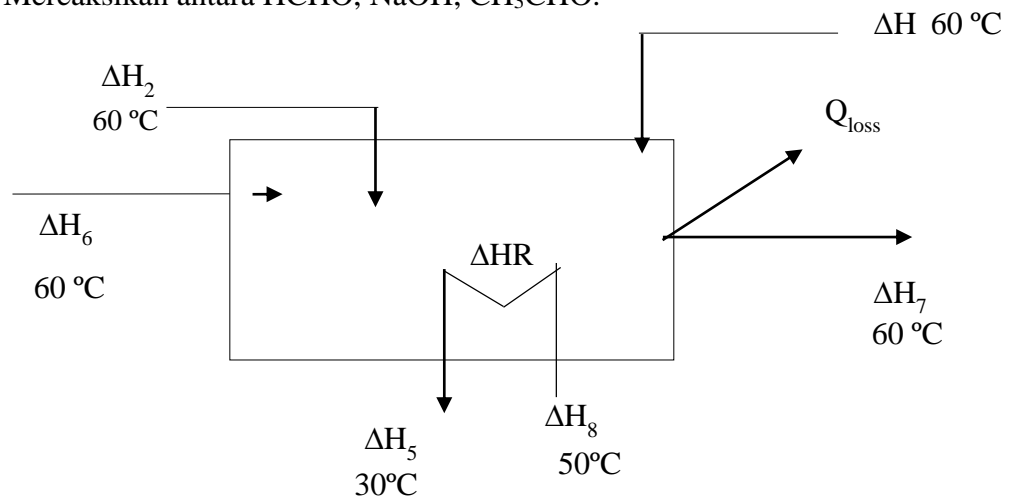
Q_{steam} = panas yang terkandung dalam steam

Neraca Panas Heater (E-115)

Masuk heater 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	Q_{loss}	23105,2021
total	1155260,1075	Jumlah	1155260,1075

4. REAKTOR (R-110).

Fungsi: Mereaksikan antara HCHO, NaOH, CH₃CHO.



Neraca panas total:

Panas Masuk : Panas Keluar.

$$\Delta H_2 + \Delta H_4 + \Delta H_5 + \Delta H_R = \Delta H_7 + \Delta H_8 + Q_{\text{loss}} + Q_s$$

Keterangan:

ΔH_2 = panas yang terkandung dalam bahan HCHO masuk 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

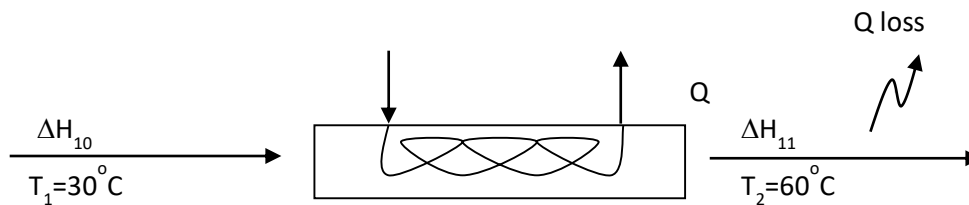
ΔH_8 = Panas yang terkandung pada air pendingin keluar

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

Neraca Panas pada Reaktor (R-110)			
Masuk Reaktor (R-110)		Keluar Reaktor (R-110)	
Komponen	kJ/jam	Komponen	kJ/jam
ΔH_2	1086022,4178	ΔH_7	3575968,6037
ΔH_4	1132154,9053	ΔH_8	219433219,7
ΔH_6	1069540,8502	Q_{loss}	-63336300,17
ΔH_5	3326487896,4596		
ΔH_R	-3170102726,449		
Total	159672888,1844	Total	159672888,1844

5. HEATER Asam Format (HCOOH) (E-124).

Fungsi: Untuk menaikkan suhu Asam Foramat (HCOOH) dari 30°C menjadi 60°C sebelum Masuk Netralizer (R-120).



Neraca panas total:

Panas Masuk = Panas Keluar.

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

Keterangan:

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)

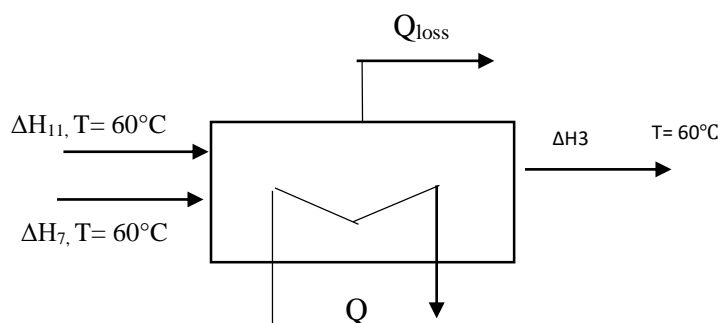
Q_{steam} = panas yang terkandung dalam steam

Neraca Panas Heater (E-124)

Masuk heater HCOOH (E-124)		Keluar heater HCOOH (E-124)	
Komponen	kj/jam	Komponen	kj/jam
ΔH_{10}	61845,9895	ΔH_{11}	432921,9263
Q_{steam}	379911,0781	Q_{loss}	8835,1414
total	441757,0676	Jumlah	441757,0676

6. NETRALIZER (R120).

Fungsi: Untuk menetralkan larutan saat kelebihan basa.



Neraca panas total:

Panas Masuk = Panas Keluar.

$$\Delta H_7 + \Delta H_{11} + Q = \Delta H_{11} + \Delta H_R + Q_{\text{loss}}$$

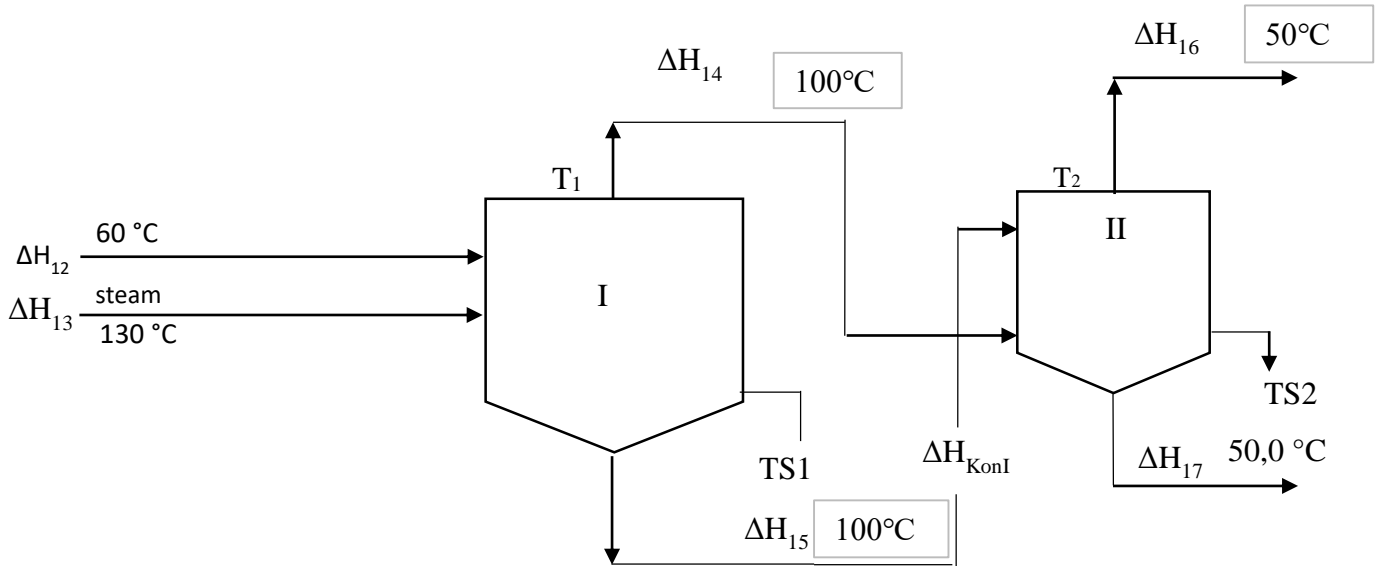
Keterangan:

- ΔH_7 = panas yang dikandung bahan dari reaktor
- ΔH_{11} = panas bahan HCOOH masuk tangki netralizer
- ΔH_{12} = panas yang terbawa keluar tangki netralizer
- Q = panas yang terbawa air pendingin
- Q_{loss} = panas yang hilang

Neraca Panas Pada Netralizer (R-120)			
Panas Masuk (kJ/jam)		Panas Keluar (kJ/jam)	
ΔH_7	3575968,604	ΔH_{12}	4034092,02
ΔH_{11}	433196,5360	ΔH_R	146242463,0706
Q	146347573,254	Q_{loss}	80183,3028
Total	150356738,3939	Total	150356738,3939

7. EVAPORATOR V-130.

Fungsi: Memekatkan $C(CH_2OH)_4$



Neraca panas total:

$$\text{Effect I : } \Delta H_{12} + \Delta H_{13} = \Delta H_{14} + \Delta H_{15} + \Delta H_{\text{Kon I}}$$

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

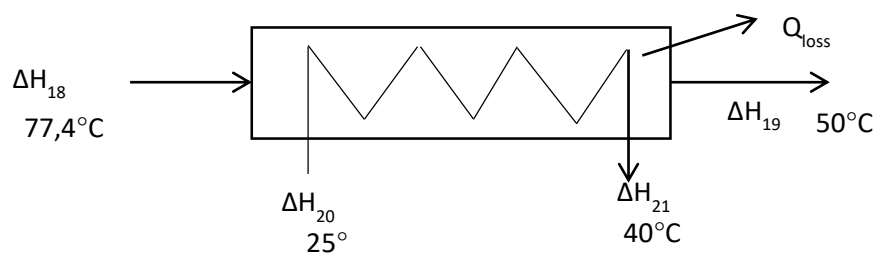
Keterangan:

- 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
- $\Delta H_{\text{Kon I}}$: panas yang terkandung dalam kondensat keluar badan I
- $\Delta H_{\text{Kon II}}$: panas yang terkandung dalam kondensat keluar badan II

Neraca Panas pada Evaporator (V-130A)			
Masuk Evaporator (V-130A)		Keluar Evaporator (V-120A)	
Komponen	(kJ/jam)	Komponen	(kJ/jam)
ΔH_5	2480594,3228	ΔH_7	1963609,6668
ΔH_6	10317304,6824	ΔH_8	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-130B)		Keluar Evaporator (V-130B)	
Komponen	(kJ/jam)	Komponen	(kJ/jam)
ΔH_8	9218451,3741	ΔH_9	8648680,1111
ΔH_7	1963609,6668	ΔH_{10}	1024325,2911
		$\Delta H_{Kon II}$	1509055,6387
Total	11182061,0409	Total	11182061,0409

8. BAROMETRIK KONDENSOR (E-132).



Neraca panas total:

Panas Masuk = Panas Keluar.

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

Keterangan:

- 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

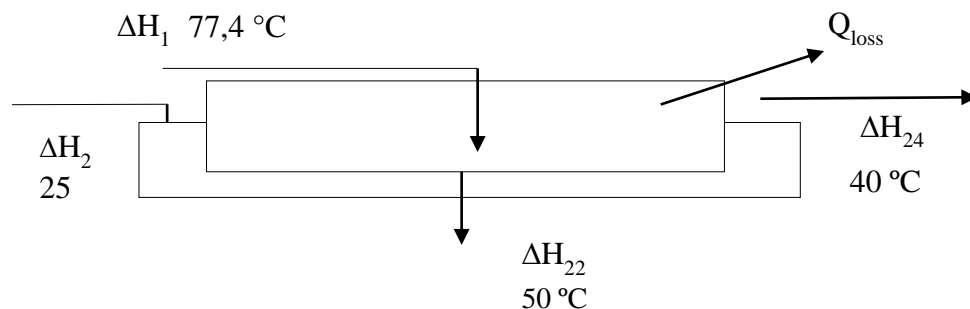
ΔH_{21} : Panas yang diserap oleh air pendingin

Q_{loss} : Panas yang hilang 2%

Neraca Panas <i>Barometric Condensor</i> (E-132)			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	(kJ/jam)	Komponen	kJ/jam
ΔH_{18}	2330020,136	ΔH_{19}	1111650,8282
ΔH_{20}	101892,9483	ΔH_{21}	1273661,853
		Q_{Loss}	46600,40272
Total	2431913,084	Total	2431913,084

9. KRISTALIZER (X-140).

Fungsi: Untuk membentuk kristal pentaeritritol $C(\text{CH}_2\text{OH})_4$



Neraca panas total:

Panas Masuk = Panas Keluar.

$$\Delta H_{17} + \Delta H_{23} = \Delta H_{22} + \Delta H_{24} + Q_{\text{loss}}$$

Keterangan:

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

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

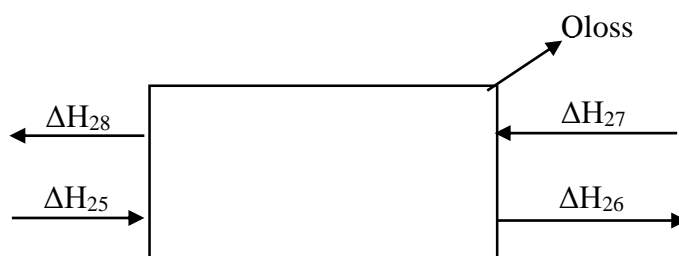
Q_s = Panas yang diserap oleh pendingin ($\Delta H_{22} - \Delta H_{24}$)

Q_{loss} = Panas yang hilang 2%

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

10. ROTARY DRYER (B-150).

Fungsi : Menghilang kadar air dari pentaerythritol.



Neraja panas total:

Panas Masuk : Panas Keluar.

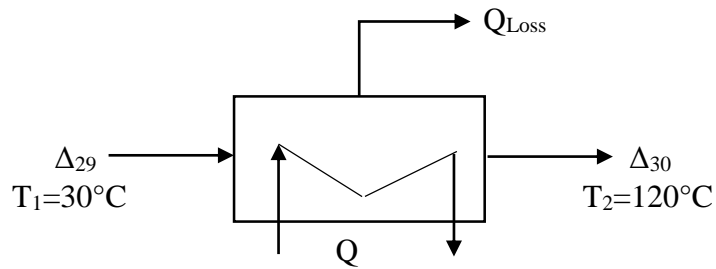
$$\Delta H_{25} + \Delta H_{26} = \Delta H_{27} + \Delta H_{28} + Q_{loss}$$

Keterangan:

- 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
- Q_{loss} = Panas yang hilang

Neraca panas pada Rotary Dryer (B-150)			
masuk Rotary Dryer (B-150)		keluar rotary Dryer (B-150)	
komponen	(kJ/Jam)	Komponen	(kJ/Jam)
ΔH_{25}	64738,0555	ΔH_{27}	941082,8675
ΔH_{26}	926150,5486	ΔH_{28}	29987,9645
		Q_{loss}	19817,7721
Total	990888,6041	Total	990888,6041

11. HEATER UDARA (E-153).



Neraca Panas Total:

Panas Masuk : Panas Keluar.

$$\Delta_{29} + Q_{\text{steam}} = \Delta_{30} + Q_{\text{loss}}$$

Keterangan:

- Δ_{29} = Panas yang terkandung pada udara masuk
 Δ_{30} = Panas yang terkandung pada udara keluar
 Q_{steam} = Panas yang terkandung didalam steam
 Q_{loss} = Panas yang hilang

Neraca panas pada Heater udara (E-153)			
masuk Heater Udara (E-153)		keluar Heater Udara (E-153)	
komponen	(kJ/Jam)	Komponen	(kJ/Jam)
$\Delta_{H_{29}}$	1680,8540	$\Delta_{H_{30}}$	31936,2258
Q_{steam}	30.907,1315	Q_{loss}	651,7597
Total	32587,9855	Total	32587,9855