



## BAB X TUGAS KHUSUS

### X.1 Latar Belakang

Coil pada reformer termasuk dalam sistem tabung atau pipa yang berfungsi sebagai pemindah panas dalam tungku reformer, terutama di bagian konveksi. Coil-coil ini berfungsi sebagai pemanas fluida proses seperti gas alam, uap, atau cairan hidrokarbon menggunakan gas panas dari proses pembakaran di area lain, sehingga mempersiapkan bahan baku untuk reaksi kimia reforming. Oleh karena itu perlu dilakukan pengamatan mengenai coil-coil yang ada di alat reformer untuk mengetahui kondisi performa pada saat proses berlangsung.

### X.2 Tujuan

Untuk menghitung steam balance dan membandingkan antara kondisi desain dengan actual pada coil-coil yang ada di dalam primary reformer.

### X.3 Spesifikasi Alat Pada Convection Section

Convection Section		Kondisi Operasi	Fungsi
Bagian	BMXFD	Tin : 350 °C Tout : 475 °C	Memaskan fluida natural gas
	BHPA	Tin : 325,9 °C Tout : 507 °C	Memaskan fluida udara
	BHSSH	Tin : 450,6 °C Tout : 510 °C	Memaskan fluida steam
	BCSSH	Tin : 334 °C Tout : 453,2 °C	Memaskan fluida steam
	BCPA	Tin : 162,6 °C Tout : 325,9 °C	Memaskan fluida udara
	BFDPHT	Tin : 118,3 °C Tout : 371 °C	Memaskan fluida natural gas
	BC	Tin : 36 °C Tout : 235,3 °C	Memaskan fluida natural gas



#### X.4 Data dan Hasil Perhitungan Coil Reformer

Komponen	Konstanta Cp			
	A	B	C	D
N <sub>2</sub>	3,28	0,000593	0	4000
CH <sub>4</sub>	1,702	0,009081	-0,000002164	0
CO <sub>2</sub>	5,457	0,001045	0	-115700
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1,131	0,019225	-0,000005561	0
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	1,213	0,028785	-0,000008824	0
O <sub>2</sub>	3,639	0,000506	0	-22700
H <sub>2</sub> O	3,47	0,00145	0	12100
n-heksana	3,025	0,053722	-0,000016791	0
n-pentana	2,464	0,045351	-0,000014111	0
Isopentana	2,464	0,045351	-0,000014111	0
n-butana	1,935	0,036915	-0,000011402	0
isobutana	1,677	0,037853	-0,000011945	0
CO	3,376	0,000557	0	-3100
NH <sub>3</sub>	3,578	0,00302	0	-18600
H <sub>2</sub>	3,249	0,000422	0	8300

$$\int_{T_0}^T \frac{C_P}{R} dT = \left[ A + \frac{B}{2} (T + T_0) + \frac{C}{3} (T^2 + T_0^2 + TT_0) + \frac{D}{TT_0} \right] (T - T_0)$$

$$\Delta H = n \cdot \int (C_p/R) dT$$

(Smith *et al.*, 2022)



Komposisi Natural Gas		Mr Komponen	
N <sub>2</sub>	= 0,0146	N <sub>2</sub>	= 28
CH <sub>4</sub>	= 0,9464	CH <sub>4</sub>	= 16
CO <sub>2</sub>	= 0,0048	CO <sub>2</sub>	= 44
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	= 0,0073	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	= 30
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	= 0,0036	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	= 44
IC5	= 0,002	IC5	= 72
NC4	= 0,0008	NC4	= 58
IC4	= 0,0009	IC4	= 58
H <sub>2</sub>	= 0,0195	H <sub>2</sub>	= 2

## A. Kondisi Design

### 1. Coil 1

#### a. Menghitung panas pada inlet

$$\begin{aligned} \text{Temperatur} &= 350 \text{ } ^\circ\text{C} = 623,15 \text{ K} \\ \text{massa total} &= 45,726 \text{ ton/h} = 45726 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

Komponen	T	n (kmol/h)	$\int (C_p/R) dT$	$\Delta H$ (kJ/h)	$\Delta H$ (Gcal/h)
N <sub>2</sub>	623,15	23,84284	1162,301104	230402,2452	0,05506746
CH <sub>4</sub>	623,15	2704,693	1757,880688	39529140,94	9,44769143
CO <sub>2</sub>	623,15	4,988291	1728,253078	71675,23608	0,01713079
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	623,15	11,12666	2847,309153	263396,1737	0,0629532
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	623,15	3,741218	4071,229444	126633,5072	0,03026613
iso-pentane	623,15	1,270167	6579,039242	69475,74433	0,0166051
n-butana	623,15	0,630703	5338,304077	27992,29677	0,00669032
i-butana	623,15	0,709541	5355,878168	31595,00566	0,00755139
H <sub>2</sub>	623,15	445,8285	1134,142289	4203832,392	1,00474006
H <sub>2</sub> O	623,15	7410,1	1366,603195	84193103,91	20,1226348
Jumlah				40221248,1	30,7713306



b. Menghitung panas pada outlet

$$\text{Temperatur} = 475 \text{ } ^\circ\text{C} = 748,15 \text{ K}$$

Komponen	T	n (kmol/h)	$\int (C_p/R) dT$	$\Delta H$ (kJ/h)	$\Delta H$ (Gcal/h)
N <sub>2</sub>	748,15	23,84284	1624,197389	321963,6665	0,07695116
CH <sub>4</sub>	748,15	2704,693	2621,410574	58947179,25	14,088714
CO <sub>2</sub>	748,15	4,988291	2468,919659	102392,6424	0,02447243
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	748,15	11,12666	4308,692368	398584,4256	0,09526396
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	748,15	3,741218	6169,93479	191912,6624	0,04586823
iso-pentane	748,15	1,270167	9942,380951	104993,19	0,02509397
n-butana	748,15	0,630703	8072,136783	42327,60913	0,01011654
i-butana	748,15	0,709541	8105,855839	47817,47326	0,01142865
H <sub>2</sub>	748,15	445,8285	1578,66072	5851492,477	1,39854027
H <sub>2</sub> O	748,15	7410,1	1927,871506	118771481,4	28,3870654
Jumlah				59962032,65	44,1635145

Menghitung Heat Gain

$$\text{Heat gain} = \Delta H \text{ keluar total} - \Delta H \text{ masuk total}$$

$$= 44,16351454 - 30,77133065$$

$$= 13,39218389 \text{ Gcal/h}$$



Neraca Panas Coil 1 BMXFD			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi (Gcal/h)	Komponen	Energi (Gcal/h)
N <sub>2</sub>	0,055067458	N <sub>2</sub>	0,076951163
CH <sub>4</sub>	9,447691427	CH <sub>4</sub>	14,08871397
CO <sub>2</sub>	0,017130793	CO <sub>2</sub>	0,024472429
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,062953196	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,095263964
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,030266135	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,045868227
iso-pentane	0,016605101	iso-pentane	0,025093975
n-butana	0,006690319	n-butana	0,010116541
i-butana	0,007551388	i-butana	0,01142865
H <sub>2</sub>	1,004740055	H <sub>2</sub>	1,398540267
H <sub>2</sub> O	20,12263477	H <sub>2</sub> O	28,38706535
Q serap	13,39218389		
<b>Total</b>	<b>44,16351454</b>	<b>Total</b>	<b>44,16351454</b>

## 2. Coil 2

### a. Menghitung panas pada inlet

$$\begin{aligned} \text{Temperatur} &= 162,6 \text{ } ^\circ\text{C} &= & 435,75 \text{ K} \\ \text{massa total} &= 143,245 \text{ ton/h} &= & 143245 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

Komponen	T	n (kmol/h)	$\int (C_p/R) dT$	$\Delta H$ (kJ/h)	$\Delta H$ (Gcal/h)
N <sub>2</sub>	435,75	4041,555	486,0317029	16331390	3,90329589
O <sub>2</sub>	435,75	940,0453	502,7635818	3929367,24	0,93914131
Jumlah				20260757,2	4,8424372



b. Menghitung panas pada outlet

$$\begin{aligned} \text{Temperatur} &= 325,9 \text{ } ^\circ\text{C} = 599,05 \text{ K} \\ \text{massa total} &= 143,245 \text{ ton/h} = 143245 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

Komponen	T	n (kmol/h)	$\int (C_p/R) dT$	$\Delta H$ (kJ/h)	$\Delta H$ (Gcal/h)
N <sub>2</sub>	599,05	4041,555	1074,261451	36096786,7	8,62733909
O <sub>2</sub>	599,05	940,0453	1125,564181	8796888,19	2,10250674
Jumlah				44893674,9	10,7298458

Menghitung Heat Gain

$$\begin{aligned} \text{Heat gain} &= \Delta H \text{ keluar total} - \Delta H \text{ masuk total} \\ &= 10,72984583 - 4,842437199 \\ &= 5,887408627 \text{ Gcal/h} \end{aligned}$$

Neraca Panas Coil 2 BCPA			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi (Gcal/h)	Komponen	Energi (Gcal/h)
N <sub>2</sub>	3,90329589	N <sub>2</sub>	8,627339088
O <sub>2</sub>	0,939141309	O <sub>2</sub>	2,102506738
Q serap	5,887408627		
<b>Total</b>	<b>10,72984583</b>	<b>Total</b>	<b>10,72984583</b>



### 3. Coil 3

#### a. Menghitung panas pada inlet

$$\text{Temperatur} = 334 \text{ } ^\circ\text{C} = 607,15 \text{ K}$$

$$\text{massa total} = 366,4 \text{ ton/h} = 366400 \text{ kg/h}$$

Komponen	T	n (kmol/h)	$\int (C_p/R) dT$	$\Delta H$ (kJ/h)	$\Delta H$ (Gcal/h)
H <sub>2</sub> O	607,15	20355,56	1296,300013	219380744,3	52,4332563
Jumlah				219380744,3	52,4332563

#### b. Menghitung panas pada outlet

$$\text{Temperatur} = 453,2 \text{ } ^\circ\text{C} = 726,35 \text{ K}$$

$$\text{massa total} = 366,4 \text{ ton/h} = 366400 \text{ kg/h}$$

Komponen	T	n (kmol/h)	$\int (C_p/R) dT$	$\Delta H$ (kJ/h)	$\Delta H$ (Gcal/h)
H <sub>2</sub> O	726,35	20355,56	1828,435625	309437294	73,9572882
Jumlah				309437294	73,9572882

Menghitung Heat Gain

$$\text{Heat gain} = \Delta H \text{ keluar total} - \Delta H \text{ masuk total}$$

$$= 73,95728822 - 52,43325627$$

$$= 21,52403195 \text{ Gcal/h}$$

Neraca Panas Coil 3 BCSSH			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi (Gcal/h)	Komponen	Energi (Gcal/h)
H <sub>2</sub> O	52,43325627	H <sub>2</sub> O	73,95728822
Q serap	21,52403195		
<b>Total</b>	<b>73,95728822</b>	<b>Total</b>	<b>73,95728822</b>



#### 4. Coil 4

##### a. Menghitung panas pada inlet

$$\begin{aligned} \text{Temperatur} &= 325,9 \text{ } ^\circ\text{C} = 599,05 \text{ K} \\ \text{massa total} &= 143,245 \text{ ton/h} = 143245 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

Komponen	T	n (kmol/h)	$\int (C_p/R) dT$	$\Delta H$ (kJ/h)	$\Delta H$ (Gcal/h)
N <sub>2</sub>	599,05	4041,555	1074,261451	36096786,75	8,62733909
O <sub>2</sub>	599,05	940,0453	1125,564181	8796888,195	2,10250674
Jumlah				44893674,94	10,7298458

##### b. Menghitung panas pada outlet

$$\begin{aligned} \text{Temperatur} &= 507 \text{ } ^\circ\text{C} = 780,15 \text{ K} \\ \text{massa total} &= 143,245 \text{ ton/h} = 143245 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

Komponen	T	n (kmol/h)	$\int (C_p/R) dT$	$\Delta H$ (kJ/h)	$\Delta H$ (Gcal/h)
N <sub>2</sub>	780,15	4041,555	1743,877201	58596874,5	14,0049891
O <sub>2</sub>	780,15	940,0453	1838,983318	14372641,66	3,4351438
Jumlah				72969516,16	17,4401329

Menghitung Heat Gain

$$\begin{aligned} \text{Heat gain} &= \Delta H \text{ keluar total} - \Delta H \text{ masuk total} \\ &= 17,44013292 - 10,72984583 \\ &= 6,710287098 \text{ Gcal/h} \end{aligned}$$

Neraca Panas Coil 4 BHPA			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi (Gcal/h)	Komponen	Energi (Gcal/h)
N <sub>2</sub>	8,627339088	N <sub>2</sub>	14,00498912
O <sub>2</sub>	2,102506738	O <sub>2</sub>	3,4351438
Q serap	6,710287098		
<b>Total</b>	<b>17,44013292</b>	<b>Total</b>	<b>17,44013292</b>



## 5. Coil 5

### a. Mengitung panas pada inlet

$$\begin{aligned} \text{Temperatur} &= 450,6 \text{ } ^\circ\text{C} = 723,8 \text{ K} \\ \text{massa total} &= 366,4 \text{ ton/h} = 366400 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

Komponen	T	n (kmol/h)	$\int (C_p/R) dT$	$\Delta H$ (kJ/h)	$\Delta H$ (Gcal/h)
H <sub>2</sub> O	723,75	20355,56	1816,620342	307437721,7	73,479379
Jumlah				307437721,7	73,479379

### b. Menghitung panas pada outlet

Komponen	T	n (kmol/h)	$\int (C_p/R) dT$	$\Delta H$ (kJ/h)	$\Delta H$ (Gcal/h)
H <sub>2</sub> O	783,15	20355,56	2088,901046	353517443,1	84,4926967
Jumlah				353517443,1	84,4926967

Menghitung Heat Gain

$$\begin{aligned} \text{Heat gain} &= \Delta H \text{ keluar total} - \Delta H \text{ masuk total} \\ &= 84,49269672 - 73,47937897 \\ &= 11,01331774 \text{ Gcal/h} \end{aligned}$$

Neraca Panas Coil 5 BHSSH			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi (Gcal/h)	Komponen	Energi (Gcal/h)
H <sub>2</sub> O	73,47937897	H <sub>2</sub> O	84,49269672
Q serap	11,01331774		
<b>Total</b>	<b>84,49269672</b>	<b>Total</b>	<b>84,49269672</b>



## 6. Coil 6

### a. Menghitung panas pada inlet

$$\begin{aligned} \text{Temperatur} &= 118,3 \text{ } ^\circ\text{C} = 391,45 \text{ K} \\ \text{massa total} &= 45,725 \text{ ton/h} = 45725 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

Komponen	n (kmol/h)	$\int (C_p/R) dT$	$\Delta H$ (kJ/h)	$\Delta H$ (Gcal/h)
N <sub>2</sub>	23,84232143	328,82363	65181,0837	0,015578653
CH <sub>4</sub>	2704,63375	427,4135	9610958,935	2,297074315
CO <sub>2</sub>	4,988181818	450,93358	18701,00197	0,004469647
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	11,12641667	662,88271	61319,98347	0,014655828
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	3,741136364	942,05867	29301,61166	0,007003253
iso-pentane	1,270138889	1533,5583	16194,27587	0,003870525
n-butana	0,630689655	1242,6294	6515,794315	0,001557312
i-butana	0,709525862	1242,6696	7330,505264	0,001752033
H <sub>2</sub>	445,81875	323,86272	1200409,186	0,286904681
Jumlah			9785462,616	2,632866247

### b. Menghitung panas pada outlet

$$\text{Temperatur} = 371 \text{ } ^\circ\text{C} = 644,15 \text{ K}$$

Komponen	n (kmol/h)	$\int (C_p/R) dT$	$\Delta H$ (kJ/h)	$\Delta H$ (Gcal/h)
N <sub>2</sub>	23,84232143	1239,2812	245656,5933	0,058713335
CH <sub>4</sub>	2704,63375	1896,2124	42638847,86	10,19092922
CO <sub>2</sub>	4,988181818	1850,7025	76751,85938	0,018344135
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	11,12641667	3079,9872	284914,3024	0,068096153
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	3,741136364	4405,3257	137022,404	0,032749141
iso-pentane	1,270138889	7115,2617	75136,69896	0,017958102
n-butana	0,630689655	5774,0063	30276,31289	0,007236212
i-butana	0,709525862	5794,0652	34179,1792	0,00816902
H <sub>2</sub>	445,81875	1208,4209	4479056,97	1,070520308
Jumlah			43383193,02	11,47271562



Menghitung Heat Gain

$$\begin{aligned}\text{Heat gain} &= \Delta H \text{ keluar total} - \Delta H \text{ masuk total} \\ &= 11,47271562 - 2,632866247 \\ &= 8,839849377 \text{ Gcal/h}\end{aligned}$$

<b>Neraca Panas Coil 6 BFDPHT</b>			
<b>Aliran Panas Masuk</b>		<b>Aliran Panas Keluar</b>	
Komponen	Energi (Gcal/h)	Komponen	Energi (Gcal/h)
N <sub>2</sub>	0,015578653	N <sub>2</sub>	0,058713335
CH <sub>4</sub>	2,297074315	CH <sub>4</sub>	10,19092922
CO <sub>2</sub>	0,004469647	CO <sub>2</sub>	0,018344135
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,014655828	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,068096153
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,007003253	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,032749141
iso-pentane	0,003870525	iso-pentane	0,017958102
n-butana	0,001557312	n-butana	0,007236212
i-butana	0,001752033	i-butana	0,00816902
H <sub>2</sub>	0,286904681	H <sub>2</sub>	1,070520308
Q serap	8,839849377		
<b>Total</b>	<b>11,47271562</b>	<b>Total</b>	<b>11,47271562</b>



## 7. Coil 7 APH

a. Menghitung panas pada inlet

$$\begin{aligned} \text{Temperatur} &= 36 \text{ } ^\circ\text{C} = 309,15 \text{ K} \\ \text{massa total} &= 278,845 \text{ ton/h} = 278845 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

Komponen	T	n (kmol/h)	$\int (C_p/R) dT$	$\Delta H$ (kJ/h)	$\Delta H$ (Gcal/h)
N <sub>2</sub>	309,15	7867,413	39,06333862	2555119,991	0,61068833
O <sub>2</sub>	309,15	1829,92	39,54023208	601563,4095	0,14377711
Jumlah				3156683,401	0,75446544

b. Menghitung panas pada outlet

$$\begin{aligned} \text{Temperatur} &= 235,3 \text{ } ^\circ\text{C} = 508,45 \text{ K} \\ \text{massa total} &= 278,845 \text{ ton/h} = 278845 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

Komponen	T	n (kmol/h)	$\int (C_p/R) dT$	$\Delta H$ (kJ/h)	$\Delta H$ (Gcal/h)
N <sub>2</sub>	508,45	7867,413	746,1529817	48805618,46	11,6648228
O <sub>2</sub>	508,45	1829,92	777,2370474	11824851,39	2,82620731
Jumlah				60630469,85	14,4910301

Menghitung Heat Gain

$$\begin{aligned} \text{Heat gain} &= \Delta H \text{ keluar total} - \Delta H \text{ masuk total} \\ &= 14,49103008 - 0,75446544 \\ &= 13,73656464 \text{ Gcal/h} \end{aligned}$$

Neraca Panas Coil 7 BC			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi (Gcal/h)	Komponen	Energi (Gcal/h)
N <sub>2</sub>	0,610688334	N <sub>2</sub>	11,66482277
O <sub>2</sub>	0,143777105	O <sub>2</sub>	2,826207311
Q serap	13,73656464		
<b>Total</b>	<b>14,49103008</b>	<b>Total</b>	<b>14,49103008</b>



## B. Kondisi Actual

### 1. Coil 1

#### a. Menghitung panas pada inlet

$$\begin{aligned} \text{Temperatur} &= 339,3 \text{ } ^\circ\text{C} &= 612,45 \text{ K} \\ \text{massa total} &= 45,726 \text{ ton/h} &= 45726 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

Komponen	T	n (kmol/h)	$\int (C_p/R) dT$	$\Delta H$ (kJ/h)	$\Delta H$ (Gcal/h)
N <sub>2</sub>	612,45	23,84284	1123,172956	222645,9	0,053214
CH <sub>4</sub>	612,45	2704,693	1688,477573	37968486	9,074686
CO <sub>2</sub>	612,45	4,988291	1666,199046	69101,691	0,016516
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	612,45	11,12666	2730,832729	252621,28	0,060378
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	612,45	3,741218	3904,005859	121432,1	0,029023
iso-pentane	612,45	1,270167	5693,308454	60122,28	0,01437
n-butana	612,45	0,630703	5120,140719	26848,32	0,006417
i-butana	612,45	0,709541	5136,492434	30300,821	0,007242
H <sub>2</sub>	612,45	445,8285	1640,022288	6078936,4	1,452901
H <sub>2</sub> O	612,45	7410,1	1319,549789	81294258	19,42979
Jumlah				38634287	30,14454

#### b. Menghitung panas pada outlet

$$\text{Temperatur} = 464,7 \text{ } ^\circ\text{C} = 737,85 \text{ K}$$

Komponen	T	n (kmol/h)	$\int (C_p/R) dT$	$\Delta H$ (kJ/h)	$\Delta H$ (Gcal/h)
N <sub>2</sub>	737,85	23,84284	1585,800584	314352,2912	0,075132
CH <sub>4</sub>	737,85	2704,693	2546,688916	57266927,04	13,68712
CO <sub>2</sub>	737,85	4,988291	2406,874086	99819,44804	0,023857
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	737,85	11,12666	4181,537	386821,6575	0,092453
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	737,85	3,741218	5987,327155	186232,7454	0,044511
iso-pentane	737,85	1,270167	8682,874783	91692,59617	0,021915
n-butana	737,85	0,630703	7834,533484	41081,6962	0,009819
i-butana	737,85	0,709541	7866,819124	46407,36531	0,011092
H <sub>2</sub>	737,85	445,8285	2407,031394	8921946,249	2,132396
H <sub>2</sub> O	737,85	7410,1	1880,808031	115872015,1	27,69408
Jumlah				58254153,18	43,79237



### Menghitung Heat Gain

Heat gain =  $\Delta H$  keluar total -  $\Delta H$  masuk total

$$= 43,79237479 - 30,14453929$$

$$= 13,6478355 \text{ Gcal/h}$$

Neraca Panas Coil 1 BMXFD			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi (Gcal/h)	Komponen	Energi (Gcal/h)
N <sub>2</sub>	0,053213646	N <sub>2</sub>	0,075132001
CH <sub>4</sub>	9,074685896	CH <sub>4</sub>	13,68712405
CO <sub>2</sub>	0,0165157	CO <sub>2</sub>	0,023857421
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,060377936	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,092452595
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,029022969	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,044510694
iso-pentane	0,01436957	iso-pentane	0,021915056
n-butana	0,006416903	n-butana	0,009818761
i-butana	0,00724207	i-butana	0,011091627
H <sub>2</sub>	1,452900663	H <sub>2</sub>	2,132396331
H <sub>2</sub> O	19,42979393	H <sub>2</sub> O	27,69407625
Q serap	13,6478355		
<b>Total</b>	<b>43,79237479</b>	<b>Total</b>	<b>43,79237479</b>

## 2. Coil 2

### a. Menghitung panas pada inlet

Temperatur = 165,7 °C = 438,85 K

massa total = 138,58 ton/h = 138580 kg/h

Komponen	T	n (kmol/h)	$\int (C_p/R) dT$	$\Delta H$ (kJ/h)	$\Delta H$ (Gcal/h)
N <sub>2</sub>	438,85	3909,936	497,0684352	16158305,79	3,861928
O <sub>2</sub>	438,85	909,4313	514,3624423	3889100,296	0,929517
Jumlah				20047406,08	4,791445

### b. Menghitung panas pada outlet

Temperatur = 343,5 °C = 616,65 K

massa total = 138,58 ton/h = 138580 kg/h

Komponen	T	n (kmol/h)	$\int (C_p/R) dT$	$\Delta H$ (kJ/h)	$\Delta H$ (Gcal/h)
N <sub>2</sub>	616,65	3909,936	1138,524037	37010234,88	8,845658
O <sub>2</sub>	616,65	909,4313	1193,942324	9027411,54	2,157603
Jumlah				46037646,43	11,00326



Menghitung Heat Gain

$$\begin{aligned} \text{Heat gain} &= \Delta H \text{ keluar total} - \Delta H \text{ masuk total} \\ &= 11,00326157 - 4,791445047 \\ &= 6,211816525 \text{ Gcal/h} \end{aligned}$$

Neraca Panas Coil 2 BCPA			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi (Gcal/h)	Komponen	Energi (Gcal/h)
N <sub>2</sub>	3,861927768	N <sub>2</sub>	8,845658432
O <sub>2</sub>	0,929517279	O <sub>2</sub>	2,15760314
Q serap	6,211816525		
<b>Total</b>	<b>11,00326157</b>	<b>Total</b>	<b>11,00326157</b>

### 3. Coil 3

a. Menghitung panas pada inlet

$$\begin{aligned} \text{Temperatur} &= 336,9 \text{ } ^\circ\text{C} = 610,05 \text{ K} \\ \text{massa total} &= 335,13 \text{ ton/h} = 335130 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

Komponen	T	n (kmol/h)	$\int (C_p/R) dT$	$\Delta H$ (kJ/h)	$\Delta H$ (Gcal/h)
H <sub>2</sub> O	610,05	18618,33	1309,016914	202626423,9	48,42888
Jumlah				202626423,9	48,42888

b. Menghitung panas pada outlet

$$\begin{aligned} \text{Temperatur} &= 438,5 \text{ } ^\circ\text{C} = 711,65 \text{ K} \\ \text{massa total} &= 335,13 \text{ ton/h} = 335130 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

Komponen	T	n (kmol/h)	$\int (C_p/R) dT$	$\Delta H$ (kJ/h)	$\Delta H$ (Gcal/h)
H <sub>2</sub> O	711,65	18618,33	1761,757036	272707345,6	65,17862
Jumlah				272707345,6	65,17862

Menghitung Heat Gain

$$\begin{aligned} \text{Heat gain} &= \Delta H \text{ keluar total} - \Delta H \text{ masuk total} \\ &= 65,17861987 - 48,42887759 \\ &= 16,74974227 \text{ Gcal/h} \end{aligned}$$

Neraca Panas Coil 3 BCSSH			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi (Gcal/h)	Komponen	Energi (Gcal/h)
H <sub>2</sub> O	48,42887759	H <sub>2</sub> O	65,17861987
Q serap	16,74974227		
<b>Total</b>	<b>65,17861987</b>	<b>Total</b>	<b>65,17861987</b>



#### 4. Coil 4

a. Menghitung panas pada inlet

$$\begin{aligned} \text{Temperatur} &= 343,5 \text{ } ^\circ\text{C} &= 616,65 \text{ K} \\ \text{massa total} &= 138,58 \text{ ton/h} &= 138580 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

Komponen	T	n (kmol/h)	$\int (C_p/R) dT$	$\Delta H$ (kJ/h)	$\Delta H$ (Gcal/h)
N <sub>2</sub>	616,65	3909,936	1138,524037	37010234,88	8,845658
O <sub>2</sub>	616,65	909,4313	1193,942324	9027411,54	2,157603
Jumlah				46037646,43	11,00326

b. Menghitung panas pada outlet

$$\begin{aligned} \text{Temperatur} &= 513,7 \text{ } ^\circ\text{C} &= 786,85 \text{ K} \\ \text{massa total} &= 138,58 \text{ ton/h} &= 138580 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

Komponen	T	n (kmol/h)	$\int (C_p/R) dT$	$\Delta H$ (kJ/h)	$\Delta H$ (Gcal/h)
N <sub>2</sub>	786,85	3909,936	1769,009783	57505564,61	13,74416
O <sub>2</sub>	786,85	909,4313	1865,77308	14107131,55	3,371685
Jumlah				71612696,16	17,11585

Menghitung Heat Gain

$$\begin{aligned} \text{Heat gain} &= \Delta H \text{ keluar total} - \Delta H \text{ masuk total} \\ &= 17,11584516 - 11,00326157 \\ &= 6,112583586 \text{ Gcal/h} \end{aligned}$$

Neraca Panas Coil 4 BHPA			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi (Gcal/h)	Komponen	Energi (Gcal/h)
N <sub>2</sub>	8,845658432	N <sub>2</sub>	13,7441598
O <sub>2</sub>	2,15760314	O <sub>2</sub>	3,37168536
Q serap	6,112583586		
<b>Total</b>	<b>17,11584516</b>	<b>Total</b>	<b>17,11584516</b>



## 5. Coil 5

### a. Menghitung panas pada inlet

$$\begin{aligned} \text{Temperatur} &= 438,5 \text{ } ^\circ\text{C} &= 711,7 \text{ K} \\ \text{massa total} &= 335,13 \text{ ton/h} &= 335130 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

Komponen	T	n (kmol/h)	$\int (C_p/R) dT$	$\Delta H$ (kJ/h)	$\Delta H$ (Gcal/h)
H <sub>2</sub> O	711,65	18618,33	1761,757036	272707345,6	65,17862
Jumlah				272707345,6	65,17862

### b. Menghitung panas pada outlet

$$\begin{aligned} \text{Temperatur} &= 500,4 \text{ } ^\circ\text{C} &= 773,55 \text{ K} \\ \text{massa total} &= 335,13 \text{ ton/h} &= 335130 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

Komponen	T	n (kmol/h)	$\int (C_p/R) dT$	$\Delta H$ (kJ/h)	$\Delta H$ (Gcal/h)
H <sub>2</sub> O	773,55	18618,33	2044,562669	316483628,1	75,6414
Jumlah				316483628,1	75,6414

Menghitung Heat Gain

Heat gain =  $\Delta H$  keluar total -  $\Delta H$  masuk total

$$\begin{aligned} &= 75,64140249 - 65,17861987 \\ &= 10,46278263 \text{ Gcal/h} \end{aligned}$$

Neraca Panas Coil 5 BHSSH			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi (Gcal/h)	Komponen	Energi (Gcal/h)
H <sub>2</sub> O	65,17861987	H <sub>2</sub> O	75,64140249
Q serap	10,46278263		
<b>Total</b>	<b>75,64140249</b>	<b>Total</b>	<b>75,64140249</b>



## 6. Coil 6

### a. Menghitung panas pada inlet

$$\begin{aligned} \text{Temperatur} &= 110 \text{ } ^\circ\text{C} = 383,15 \text{ K} \\ \text{massa total} &= 45,725 \text{ ton/h} = 45725 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

Komponen	n (kmol/h)	$\int (C_p/R) dT$	$\Delta H$ (kJ/h)	$\Delta H$ (Gcal/h)
N <sub>2</sub>	23,84232143	299,47202	59362,85929	0,0141881
CH <sub>4</sub>	2704,63375	386,78952	8697474,794	2,0787464
CO <sub>2</sub>	4,988181818	408,68398	16948,8374	0,0040509
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	11,12641667	598,61868	55375,23819	0,013235
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	3,741136364	850,44519	26452,08365	0,0063222
iso-pentane	1,270138889	1258,3989	13288,61046	0,0031761
n-butana	0,630689655	1122,0985	5883,783877	0,0014063
i-butana	0,709525862	1121,9408	6618,326588	0,0015818
H <sub>2</sub>	445,81875	405,222	1501970,376	0,3589795
Jumlah			8855613,813	2,4816862

### b. Menghitung panas pada outlet

$$\text{Temperatur} = 354,3 \text{ } ^\circ\text{C} = 627,45 \text{ K}$$

Komponen	n (kmol/h)	$\int (C_p/R) dT$	$\Delta H$ (kJ/h)	$\Delta H$ (Gcal/h)
N <sub>2</sub>	23,84232143	1178,0435	233517,7531	0,0558121
CH <sub>4</sub>	2704,63375	1785,9778	40160078,19	9,598489
CO <sub>2</sub>	4,988181818	1753,2555	72710,56448	0,0173782
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	11,12641667	2894,5147	267757,1631	0,0639955
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	3,741136364	4139,0063	128738,8565	0,0307693
iso-pentane	1,270138889	6031,5852	63693,14611	0,015223
n-butana	0,630689655	5426,711	28455,25103	0,006801
i-butana	0,709525862	5444,7848	32118,77488	0,0076766
H <sub>2</sub>	445,81875	1728,3241	6406097,389	1,531094
Jumlah			40862802,52	11,327239

### Menghitung Heat Gain

$$\text{Heat gain} = \Delta H \text{ keluar total} - \Delta H \text{ masuk total}$$

$$= 11,32723879 - 2,481686164$$

$$= 8,845552622 \text{ Gcal/h}$$



Neraca Panas Coil 6 BFDPHT			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi (Gcal/h)	Komponen	Energi (Gcal/h)
N <sub>2</sub>	0,014188064	N <sub>2</sub>	0,055812082
CH <sub>4</sub>	2,078746365	CH <sub>4</sub>	9,598489049
CO <sub>2</sub>	0,004050869	CO <sub>2</sub>	0,017378242
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,013235	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,063995498
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,0063222	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,030769325
iso-pentane	0,003176054	iso-pentane	0,015223027
n-butana	0,001406258	n-butana	0,006800968
i-butana	0,001581818	i-butana	0,007676571
H <sub>2</sub>	0,358979535	H <sub>2</sub>	1,531094022
Q serap	8,845552622		
<b>Total</b>	<b>11,32723879</b>	<b>Total</b>	<b>11,32723879</b>

## 7. Coil 7

### a. Menghitung panas pada inlet

$$\begin{aligned} \text{Temperatur} &= 36,4 \text{ } ^\circ\text{C} = 309,55 \text{ K} \\ \text{massa total} &= 278,845 \text{ ton/h} = 278845 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

Komponen	T	n (kmol/h)	$\int (C_p/R) dT$	$\Delta H$ (kJ/h)	$\Delta H$ (Gcal/h)
N <sub>2</sub>	309,55	7867,41	40,46543581	2646830,703	0,632608
O <sub>2</sub>	309,55	1829,92	40,96356209	623217,8918	0,148953
Jumlah				3270048,594	0,78156

### b. Menghitung panas pada outlet

$$\begin{aligned} \text{Temperatur} &= 197,2 \text{ } ^\circ\text{C} = 470,35 \text{ K} \\ \text{massa total} &= 278,845 \text{ ton/h} = 278845 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

Komponen	T	n (kmol/h)	$\int (C_p/R) dT$	$\Delta H$ (kJ/h)	$\Delta H$ (Gcal/h)
N <sub>2</sub>	470,35	7867,41	609,4905623	39866575,04	9,52834
O <sub>2</sub>	470,35	1829,92	632,772642	9626976,068	2,300903
Jumlah				49493551,11	11,82924



### Menghitung Heat Gain

$$\begin{aligned}\text{Heat gain} &= \Delta H \text{ keluar total} - \Delta H \text{ masuk total} \\ &= 11,82924261 - 0,781560371 \\ &= 11,04768224 \text{ Gcal/h}\end{aligned}$$

Neraca Panas Coil 7 BC			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi (Gcal/h)	Komponen	Energi (Gcal/h)
N <sub>2</sub>	0,63260772	N <sub>2</sub>	9,528340113
O <sub>2</sub>	0,148952651	O <sub>2</sub>	2,300902502
Q serap	11,04768224		
<b>Total</b>	<b>11,82924261</b>	<b>Total</b>	<b>11,82924261</b>

### C. Kondisi Desain Vs Kondisi Actual

Coil	Heat Duty (Gcal/h)	
	Design	Actual
BMXFD	13,39218389	13,6478355
BCPA	5,887408627	6,211816525
BCSSH	21,52403195	16,74974227
BHPA	6,710287098	6,112583586
BHSSH	11,01331774	10,46278263
BFDPHT	8,839849377	8,845552622
BC	13,73656464	11,04768224

### X.5 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan pada coil – coil convection section pada primary reformer, didapatkan beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Pada Coil BMXFD nilai heat duty pada kondisi actual lebih besar daripada data design yang menandakan performa peralatan dalam kondisi baik serta proses pembersihan coil saat perbaikan berjalan optimal.
2. Pada Coil BCPA nilai heat duty pada kondisi actual lebih besar daripada data design yang menandakan performa peralatan dalam kondisi baik serta proses pembersihan coil saat perbaikan berjalan optimal.



3. Pada Coil BCSSH nilai heat duty pada kondisi actual tidak sesuai dengan data design yang menandakan adanya ketidaksesuaian pembacaan temperatur transmitter pada sisi inlet maupun outlet coil.
4. Pada Coil BHPA nilai heat duty pada kondisi actual lebih kecil daripada data design yang menandakan terjadi penurunan performa akibat faktor umur operasi (life time) atau proses pembersihan coil yang kurang efektif.
5. Pada Coil BHSSH nilai heat duty pada kondisi actual lebih kecil daripada data design yang menandakan terjadi penurunan performa akibat faktor umur operasi (life time) atau proses pembersihan coil yang kurang efektif.
6. Pada Coil BFDPHT nilai heat duty pada kondisi actual lebih besar daripada data design yang menandakan performa peralatan dalam kondisi baik serta proses pembersihan coil saat perbaikan berjalan optimal.
7. Pada Coil BC nilai heat duty pada kondisi actual lebih kecil daripada data design yang menandakan terjadi penurunan performa akibat faktor umur operasi (life time) atau proses pembersihan coil yang kurang efektif.