

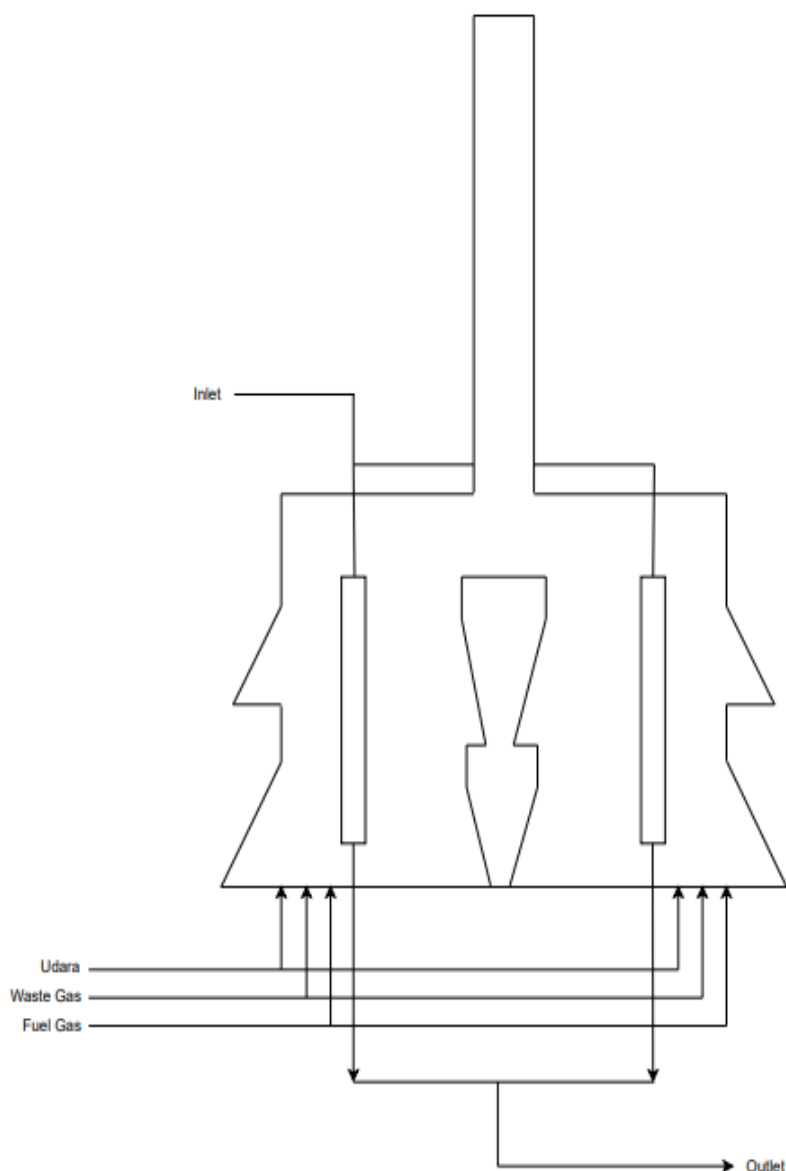


LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANGAN
PT. KILANG PERTAMINA INTERNASIONAL REFINERY
UNIT VI BALONGAN
UPN “VETERAN” JAWA TIMUR

BAB XI
TUGAS KHUSUS

XI.1 Judul

Efisiensi Reformer (22-R-101) unit Hydrogen plant PT. Kilang Pertamina Internasional Refinery Unit VI Balongan



Gambar XI.1 Alat Reformer



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANGAN
PT. KILANG PERTAMINA INTERNASIONAL REFINERY
UNIT VI BALONGAN
UPN “VETERAN” JAWA TIMUR

Komposisi

Fuel Gas :	Waste Gas :	Inlet :	Outlet :
H2	H2	H2	H2
N2	N2	N2	N2
CO	CO	CO2	CH4
CO2	CO2	CH4	CO
CH4	CH4	C2H6	CO2
C2H6		C3H8	
C2H4		i-C4H10	
C3H8		n-C4H10	
C3H6		i-C5H12	
i-C4H10		n-C5H12	
n-C4H10		C6H14	
1-C4H8		H2O	
Tr-C4H8			
Cis-C4H8			
i-C5H12			
n-C5H12			
C6H14			

XI.2 Perhitungan

1. Perhitungan panas masuk

a. Mencari Q fuel gas

Diketahui data sebagai berikut :

Mass Flow rate : 3755,938083 Nm³/h

: 2937,711459 kg/h

NHV (Net Heating Value) : 10318,25004 Kkal/kg

Perhitungan Heat Release

Q Release FG = Massa × NHV

= 2937,711459 kg/h × 10318,25004 Kkal/kg

= 30312,041 Kkal/h

= 126825,581 Kj/h



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANGAN
PT. KILANG PERTAMINA INTERNASIONAL REFINERY
UNIT VI BALONGAN
UPN “VETERAN” JAWA TIMUR

b. Mencari Q waste gas

Mass Flow rate : 22391,5632 Nm³/h

: 28607,00866 kg/h

NHV (Net Heating Value) : 1602,296986 Kkal/kg

Perhitungan Heat Release

Q Release WG = Massa × NHV

= 28607,00866 kg/h × 1602,296986 Kkal/kg

= 45836,924 Kkal/h

= 126825,581 kJ/h

Total Heat Release = Q Release FG + Q Release WG

= 126825,581 kJ/h + 126825,581 kJ/h

= 318607270,120 kJ/h

2. Perhitungan panas keluar

Mencari duty reaksi feed reformer

Diketahui data sebagai berikut :

Mass Flow rate feed gas : 30868,86064 kg/h

Mass Flow rate steam : 56939,03895 kg/h

Temperatur masuk : 532,3561859 °C

Temperatur keluar : 766,509797 °C

Temperatur reference : 32 °C

a. Perhitungan Duty Input

Komponen H₂

C_p : 14,8 kJ/(kg°C) (simulasi HYSYS)

Mass flow : 4567,333734 kg/h

$Q = M \times C_p \times (T_{in} - T_{ref})$

= 4567,333734 kg/h × 14,8 kJ/(kg°C) × (532,3561859 °C – 32 °C)

= 33837807.916 kJ/h



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANGAN
PT. KILANG PERTAMINA INTERNASIONAL REFINERY
UNIT VI BALONGAN
UPN “VETERAN” JAWA TIMUR

Komponen CH₄

C_p : 3,99 kJ/(kg°C) (simulasi HYSYS)

Mass flow : 20978,53369 kg/h

$$\begin{aligned} Q &= M \times C_p \times (T_{in} - T_{ref}) \\ &= 20978,53369 \text{ kg/h} \times 3,99 \text{ kJ/(kg°C)} \times (532,3561859 \text{ °C} - 32 \text{ °C}) \\ &= 41873595.727 \text{ kJ/h} \end{aligned}$$

Komponen C₂H₆

C_p : 3,645 kJ/(kg°C) (simulasi HYSYS)

Mass flow : 1075,07167 kg/h

$$\begin{aligned} Q &= M \times C_p \times (T_{in} - T_{ref}) \\ &= 1075,07167 \text{ kg/h} \times 3,645 \text{ kJ/(kg°C)} \times (532,3561859 \text{ °C} - 32 \text{ °C}) \\ &= 1960209.269 \text{ kJ/h} \end{aligned}$$

Komponen C₃H₈

C_p : 3,532 kJ/(kg°C) (simulasi HYSYS)

Mass flow : 1110,931329 kg/h

$$\begin{aligned} Q &= M \times C_p \times (T_{in} - T_{ref}) \\ &= 1110,931329 \text{ kg/h} \times 3,532 \text{ kJ/(kg°C)} \times (532,3561859 \text{ °C} - 32 \text{ °C}) \\ &= 1962906.301 \text{ kJ/h} \end{aligned}$$

Komponen i-C₄H₁₀

C_p : 3,466 kJ/(kg°C) (simulasi HYSYS)

Mass flow : 223,316242 kg/h

$$\begin{aligned} Q &= M \times C_p \times (T_{in} - T_{ref}) \\ &= 223,316242 \text{ kg/h} \times 3,466 \text{ kJ/(kg°C)} \times (532,3561859 \text{ °C} - 32 \text{ °C}) \end{aligned}$$



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANGAN
PT. KILANG PERTAMINA INTERNASIONAL REFINERY
UNIT VI BALONGAN
UPN “VETERAN” JAWA TIMUR

$$= 387058.869 \text{ kJ/h}$$

Komponen n-C₄H₁₀

C_p : 3,485 kJ/(kg°C) (simulasi HYSYS)

Mass flow : 289,455941 kg/h

$$Q = M \times C_p \times (T_{\text{in}} - T_{\text{ref}})$$

$$= 289,455941 \text{ kg/h} \times 3,485 \text{ kJ/(kg°C)} \times (532,3561859 \text{ °C} - 32 \text{ °C})$$

$$= 504544.280 \text{ kJ/h}$$

Komponen i-C₅H₁₂

C_p : 3,478 kJ/(kg°C) (simulasi HYSYS)

Mass flow : 109,210633 kg/h

$$Q = M \times C_p \times (T_{\text{in}} - T_{\text{ref}})$$

$$= 109,210633 \text{ kg/h} \times 3,478 \text{ kJ/(kg°C)} \times (532,3561859 \text{ °C} - 32 \text{ °C})$$

$$= 189975.856 \text{ kJ/h}$$

Komponen n-C₅H₁₂

C_p : 3,453 kJ/(kg°C) (simulasi HYSYS)

Mass flow : 84,662059 kg/h

$$Q = M \times C_p \times (T_{\text{in}} - T_{\text{ref}})$$

$$= 84,662059 \text{ kg/h} \times 3,453 \text{ kJ/(kg°C)} \times (532,3561859 \text{ °C} - 32 \text{ °C})$$

$$= 146222.013 \text{ kJ/h}$$

Komponen C₆H₁₄

C_p : 3,46 kJ/(kg°C) (simulasi HYSYS)

Mass flow : 237,509379 kg/h

$$Q = M \times C_p \times (T_{\text{in}} - T_{\text{ref}})$$

$$= 237,509379 \text{ kg/h} \times 3,46 \text{ kJ/(kg°C)} \times (532,3561859 \text{ °C} - 32 \text{ °C})$$

$$= 408147.056 \text{ kJ/h}$$



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANGAN
PT. KILANG PERTAMINA INTERNASIONAL REFINERY
UNIT VI BALONGAN
UPN “VETERAN” JAWA TIMUR

Komponen N₂

C_p : 1,31 kJ/(kg°C) (simulasi HYSYS)

Mass flow : 477,567726 kg/h

$$\begin{aligned} Q &= M \times C_p \times (T_{in} - T_{ref}) \\ &= 477,567726 \text{ kg/h} \times 1,31 \text{ kJ/(kg°C)} \times (532,3561859 \text{ °C} - 32 \text{ °C}) \\ &= 270487.182 \text{ kJ/h} \end{aligned}$$

Komponen CO₂

C_p : 1,153 kJ/(kg°C) (simulasi HYSYS)

Mass flow : 1171,5414346 kg/h

$$\begin{aligned} Q &= M \times C_p \times (T_{in} - T_{ref}) \\ &= 1171,5414346 \text{ kg/h} \times 1,153 \text{ kJ/(kg°C)} \times (532,3561859 \text{ °C} - 32 \text{ °C}) \\ &= 990361.897 \text{ kJ/h} \end{aligned}$$

Komponen H₂O

C_p : 2,168 kJ/(kg°C) (simulasi HYSYS)

Mass flow : 56939,03895 kg/h

$$\begin{aligned} Q &= M \times C_p \times (T_{in} - T_{ref}) \\ &= 56939,03895 \text{ kg/h} \times 2,168 \text{ kJ/(kg°C)} \times (532,3561859 \text{ °C} - 32 \text{ °C}) \\ &= 61780148.461 \text{ kJ/h} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Duty Input} &= Q_{H_2} + Q_{CH_4} + Q_{C_2H_6} + Q_{C_3H_8} + Q_{i-C_4H_{10}} + \\ &\quad Q_{n-C_4H_{10}} + Q_{i-C_5H_{12}} + Q_{n-C_5H_{12}} + Q_{C_6H_{14}} + Q_{N_2} \\ &\quad + Q_{CO} + Q_{CO_2} + Q_{H_2O} \\ &= 33837807.916 \text{ kJ/h} + 41873595.727 \text{ kJ/h} + \\ &\quad 1960209.269 \text{ kJ/h} + 1962906.301 \text{ kJ/h} + \\ &\quad 387058.869 \text{ kJ/h} + 504544.280 \text{ kJ/h} + \\ &\quad 189975.856 \text{ kJ/h} + 146222.013 \text{ kJ/h} + \\ &\quad 408147.056 \text{ kJ/h} + 270487.182 \text{ kJ/h} + \\ &\quad 990361.897 \text{ kJ/h} + 61780148.461 \text{ kJ/h} \\ &= 144311464.829 \text{ kJ/h} \end{aligned}$$



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANGAN
PT. KILANG PERTAMINA INTERNASIONAL REFINERY
UNIT VI BALONGAN
UPN “VETERAN” JAWA TIMUR

b. Perhitungan Duty Output

Komponen H₂

C_p : 15,19 kJ/(kg°C) (simulasi HYSYS)

Mass flow : 10470,74027 kg/h

$$\begin{aligned} Q &= M \times C_p \times (T_{out} - T_{ref}) \\ &= 10470,74027 \text{ kg/h} \times 15,19 \text{ kJ/(kg°C)} \times (766,509797 \text{ °C} - 32 \text{ °C}) \\ &= 116824239.32338300 \text{ kJ/h} \end{aligned}$$

Komponen CH₄

C_p : 4,576 kJ/(kg°C) (simulasi HYSYS)

Mass flow : 7450,62795 kg/h

$$\begin{aligned} Q &= M \times C_p \times (T_{out} - T_{ref}) \\ &= 7450,62795 \text{ kg/h} \times 4,576 \text{ kJ/(kg°C)} \times (766,509797 \text{ °C} - 32 \text{ °C}) \\ &= 25044682.27605870 \text{ kJ/h} \end{aligned}$$

Komponen CO

C_p : 1,193 kJ/(kg°C) (simulasi HYSYS)

Mass flow : 24056,7734 kg/h

$$\begin{aligned} Q &= M \times C_p \times (T_{out} - T_{ref}) \\ &= 24056,7734 \text{ kg/h} \times 1,193 \text{ kJ/(kg°C)} \times (766,509797 \text{ °C} - 32 \text{ °C}) \\ &= 21096581.75526940 \text{ kJ/h} \end{aligned}$$

Komponen CO₂

C_p : 1,187 kJ/(kg°C) (simulasi HYSYS)

Mass flow : 43795,1613 kg/h

$$\begin{aligned} Q &= M \times C_p \times (T_{out} - T_{ref}) \\ &= 43795,1613 \text{ kg/h} \times 1,187 \text{ kJ/(kg°C)} \times (766,509797 \text{ °C} - 32 \text{ °C}) \\ &= 38175473.52071130 \text{ kJ/h} \end{aligned}$$



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANGAN
PT. KILANG PERTAMINA INTERNASIONAL REFINERY
UNIT VI BALONGAN
UPN “VETERAN” JAWA TIMUR

Komponen N₂

C_p : 1,169 kJ/(kg°C) (simulasi HYSYS)

Mass flow : 870,84 kg/h

$$\begin{aligned} Q &= M \times C_p \times (T_{out} - T_{ref}) \\ &= 870,84 \text{ kg/h} \times 14,8 \text{ kJ/(kg°C)} \times (766,509797 \text{ °C} - 32 \text{ °C}) \\ &= 748074.81796361 \text{ kJ/h} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Duty Output} &= Q_{H_2} + Q_{CH_4} + Q_{CO} + Q_{CO_2} + Q_{N_2} \\ &= 116824239.32338 \text{ kJ/h} + 25044682.27605 \text{ kJ/h} \\ &\quad + 21096581.75526 \text{ kJ/h} + 38175473.52071 \text{ kJ/h} + 748074.81796361 \text{ kJ/h} \\ &= 201889051.693386 \text{ kJ/h} \end{aligned}$$

Q yang diterima (Panas yang dibutuhkan untuk bereaksi)

$$\begin{aligned} Q &= \text{Total Q Output} - \text{Total Q Input} \\ &= 201889051,693386 \text{ kJ/h} - 144311464,829 \text{ kJ/h} \\ &= 57577586.864453 \text{ kJ/h} \end{aligned}$$

3. Perhitungan efisiensi reformer

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi} &= \frac{\text{Total panas masuk} - \text{Total panas keluar}}{\text{Total panas masuk}} \times 100\% \\ &= \frac{318607270,120 \text{ kJ/h} - 57577586,864453 \text{ kJ/h}}{318607270,120 \text{ kJ/h}} \times 100\% \\ &= 81,92835121 \% \end{aligned}$$

XI.3 Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini Furnace yang diamati yaitu Furnace H₂ plant type reformer dengan kode (22-R-101) berfungsi sebagai alat pemanas dan reaktor feed gas dan steam. Sumber panas untuk furnace berasal dari fuel gas, dan waste gas. Tujuan reformer yaitu untuk memanaskan dan mereaksikan feed gas dengan steam menggunakan katalis Nickel. Sistem perpindahan panas yang terjadi pada furnace



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANGAN
PT. KILANG PERTAMINA INTERNASIONAL REFINERY
UNIT VI BALONGAN
UPN “VETERAN” JAWA TIMUR

terdiri dari perpindahan panas secara konduksi, konveksi, dan radiasi. Pada perpindahan panas secara radiasi, terjadi karena adanya energi panas yang dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar pada burner yang kemudian diterima secara langsung oleh dinding luar tube furnace tanpa adanya media penghantar. Sedangkan pada perpindahan panas secara konduksi terjadi karena adanya transfer panas dari dinding luar tube furnace ke dinding bagian dalam tube tersebut. Perpindahan panas yang terakhir adalah perpindahan panas secara konveksi, terjadi karena adanya perpindahan panas dari dinding bagian dalam tube ke feed reformer yang ada di dalam tube furnace tersebut. Furnace di PT.KPI RU VI Balongan memiliki fungsi utama sebagai alat pada H₂ plant pada proses reaksi reforming.

Berdasarkan perpindahan panas tersebut, maka efisiensi furnace dapat dihitung sebagai indikasi layak atau tidaknya furnace tersebut beroperasi. Perhitungan efisiensi ini juga dapat dijadikan acuan bagi PT.KPI RU VI Balongan untuk shutdown dan perbaikan furnace tersebut. Operasi reformer dapat dikatakan efisien apabila sistem penyalaan api burner baik, reaksi pembakaran berlangsung sempurna, dan reaksi reforming dapat berlangsung dengan sempurna.

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh efisiensi furnace type reformer (22-R-101) di PT.KPI RU VI Balongan sebesar 81,92835121 %. Menurut Hadi, 2024 menyatakan bahwa efisiensi furnace yang masih layak dipakai sebesar 60-90 %, sehingga furnace type reformer (22-R-101) di PT.KPI RU VI Balongan masih layak untuk beroperasi. Penurunan efisiensi furnace disebabkan alat telah tua dan excess air cukup besar dan adanya kebocoran pada alat baik lewat dinding maupun lewat cerobong.