

TUGAS MANAJEMEN DAN AUDIT ENERGI

Oleh: Prof. Herri Susanto
DBL Teknik Kimia ITERA

NAMA KELOMPOK

1. DENI RISWANDI
2. EMY OLIVIA SILALAH
3. NOVIA MUTHIAH
4. QOYSAR AL HAZRI SIMATUPANG
5. SARAH ANGELICA PRATIWI

TUGAS 1

Fuel gas berupa gas alam yang terdiri dari (fraksi mol): 83,5% CH_4 , 5,8% C_2H_6 , 3,6% C_3H_8 , 1,5% C_4H_{10} , dan 5,6% CO_2 dibakar sempurna dengan udara-berlebih (*excess air* 20%). Pembakaran dilaksanakan dengan laju gas alam **100 kmol/jam** (basis hitungan). Gas alam masuk sistem pembakaran pada 25 °C, dan udara masuk pada 80 °C. Gas cerobong (*flue gas*) keluar dari tungku pembakaran pada temperatur 550 °C. Diasumsikan bahwa rugi-rugi panas sistem pembakaran hanya terjadi pada panas sensibel gas cerobong; rugi-rugi panas lolos lewat dinding tungku dan lainnya diabaikan

Data termodinamika:

1. Panas pembakaran gas alam, $\text{LHV}_F = 900 \text{ kJ/mol}$.
2. Kapasitas panas: gas alam, $C_{pF} = 34 \text{ J/(mol.}^\circ\text{C)}$; udara $C_{pU} = 29 \text{ J/(mol.}^\circ\text{C)}$, dan gas cerobong, $C_{pG} = 30 \text{ J/(mol.}^\circ\text{C)}$.
3. Panas laten air, $l = 2440 \text{ kJ/kg}$.

Pertanyaan-pertanyaan,

- A. Hitunglah komposisi dan jumlah gas cerobong (mol/jam).
- B. Hitunglah rugi-rugi panas gas cerobong (*flue gas heat losses*): (i) dalam kJ/jam; (ii) dalam persen terhadap energi masuk lewat bahan bakar.
- C. Hitunglah panas yang dapat dimanfaatkan (Q_{use} kJ/jam) untuk penguapan air menjadi *steam*.
- D. Hitunglah efisiensi energi sistem pembakaran ini.
- E. Jika panas Q_{use} dimanfaatkan untuk memproduksi *saturated steam* 20 bar(a) dan 300 °C, dari *saturated water* 20 bar(a), hitunglah laju produksi *steam* (kg/jam).

Jawaban

- A. Gas Cerobong $\text{N}_2 = 970.8 \text{ Kmol}$
 $\text{O}_2 = 43.01 \text{ Kmol}$
 $\text{CO}_2 = 111.9 \text{ Kmol}$
 $\text{H}_2\text{O} = 206.3 \text{ Kmol}$
Jumlah Gas Cerobong = 1332.01 Kmol/jam
- B. Rugi-Rugi Panas Gas Cerobong = 75.2 KJ/jam
Persen terhadap energi masuk = 23.3%
- C. $Q_{\text{use}} = 69,024.8 \text{ KJ/Jam}$
- D. Efisiensi Energi sistem pembakaran = 73,13%
- E. Laju produksi steam = 76.69 kg/jam

TUGAS 2

Buatlah simulasi efek perubahan *excess air* terhadap:

- A. Konsentrasi O_2 dalam gas cerobong
- B. Persen panas yang hilang terbawa gas cerobong
- C. Persen panas yang dapat dimanfaatkan.

Jawaban

- A. Konsentrasi O_2 dalam gas cerobong = 1719,32 kJ/mol
- B. Kehilangan Panas = 24212,3 kJ/jam
- C. Persen Panas Yang dapat digunakan = $Q_{\text{rugi}} = 26,9\%$ $Q_{\text{use}} = 73,1\%$

TUGAS 3

Pada *excess air* 30%, buatlah simulasi efek perubahan temperatur gas cerobong terhadap:

- A. Persen panas yang hilang terbawa gas cerobong
- B. Persen panas yang dapat dimanfaatkan
- C. Tulislah diskusi terhadap simulasi ini.

Jawaban

- A. Cari persentase panas hilang

$$Q_{\text{loss}} = \eta_{\text{flue}} \times C_p G \times \Delta T$$

Variasi suhu yang diambil adalah 450°C, 550°C dan 650°C. Dengan suhu referensi sebesar 25°C

- B. Pada suhu 450°C

$$Q_{\text{loss}} = 1332 \times 30 \times (450 - 25) = 1332.01 \times 30 \times 425 = 16,968.1 \text{ kJ/jam}$$

Persentase panas yang hilang

$$Q_{\text{loss}} = 16,968.1 / 90.000 \times 100\% = 18.85\%$$

Panas yang digunakan

$$Q_{\text{use}} = 90.00 - 16,968.1 = 73,031.9 \text{ kJ/jam}$$

Persentase panas yang digunakan

$$Q_{\text{use}} = 73,031.9 / 90.000 \times 100\% = 81.14\%$$

Pada suhu 550°C

$$Q_{\text{loss}} = 1332.01 \times 30 \times (550 - 25) = 1332.01 \times 30 \times 525 = 20,975.2 \text{ kJ/jam}$$

Persentase panas yang hilang

$$Q_{\text{loss}} = 20,975.2 / 90.000 \times 100\% = 23.3\%$$

Panas yang digunakan

$$Q_{\text{use}} = 90.00 - 20,975.2 = 69,024.8 \text{ kJ/jam}$$

Persentase panas yang digunakan

$$Q_{\text{use}} = 69,024.8 / 90.000 \times 100\% = 76.69\%$$

Pada suhu 650°C

$$Q_{\text{loss}} = 1332.01 \times 30 \times (650 - 25) = 1332.01 \times 30 \times 625 = 24,949.9 \text{ kJ/jam}$$

Persentase panas yang hilang

$$Q_{\text{loss}} = 24,949.9 / 90.000 \times 100\% = 27.72\%$$

Panas yang digunakan

$$Q_{\text{use}} = 90.00 - 24,949.9 = 65,050.1 \text{ kJ/jam}$$

Persentase panas yang digunakan

$$Q_{\text{use}} = 65,050.1 / 90.000 \times 100\% = 72.28\%$$

- C. Adapun dari diskusi kami terhadap simulasi ini, maka perhitungan yang diperoleh diatas melibatkan suhu gas cerobong 450°C ke 650°C yang mana meningkatkan panas yang hilang dari 18.85% menjadi 72.28% dan untuk kenaikan suhu gas cerobong dari 450°C ke 650°C menyebabkan penurunan persentase panas yang di dapat dimanfaatkan dari 81.14% dan menjadi 72.28%.