



BAB IX

TUGAS KHUSUS

IX.1 Perhitungan Neraca Massa Stasiun Penguapan

IX.1.1 Neraca Massa Stasiun Penguapan

Untuk menentukan nilai air yang diuapkan tiap evaporator dapat dihitung menggunakan rumus persamaan jumlah air yang akan diuapkan (E).

$$\begin{array}{rcl}
 BP\ V & = & x \\
 BP\ IV & = & x \\
 BP\ III & = & x \\
 BP\ II & = & x \\
 BP\ I & = & x + P1 + P2 \\
 \hline
 E & = & 5x + P1 + P2
 \end{array}$$

a. Menentukan Jumlah Air yang Menguap

Menurut Hugot (1960), dalam menentukan jumlah air yang menguap pada stasiun evaporator dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$E = J \left(1 - \frac{B_j}{B_s} \right)$$

Keterangan:

E = Jumlah air yang menguap

J = Massa nira encer

B_j = %Brix nira encer

B_s = %Brix nira kental

a) Air yang Menguap

$$\begin{aligned}
 E &= J \left(1 - \frac{B_j}{B_s} \right) \\
 &= 283,1 \frac{\text{ton}}{\text{jam}} x \left(1 - \frac{13,87}{62,3} \right) \\
 &= 220,0819 \frac{\text{ton}}{\text{jam}}
 \end{aligned}$$

b) Massa Nira Kental = massa nira encer – air yang menguap

$$= 283,1 \frac{\text{ton}}{\text{jam}} - 220,0819 \frac{\text{ton}}{\text{jam}}$$



$$= 63,0181 \frac{\text{ton}}{\text{jam}}$$

b. Menentukan Jumlah Uap Bleeding

Uap nira dari vessel (badan pemanas) I akan di bleed ke stasiun masakan (Vacuum pan) dan ke pemanas pendahuluan (PP)II.

1. Menghitung Kebutuhan Uap Stasiun Masakan (Vacuum Pan) (P2)

Menurut Tromp (1938), kebutuhan uap pada stasiun masakan adalah 1.74 dari air yang harus diuapkan. %Brix masuk stasiun masakan diketahui = 62,3% dan keluar stasiun masakan = 94.2%. Untuk menentukan kebutuhan uap pada stasiun masakan, maka digunakan rumus berikut:

$$E = J(1 - \frac{B_j}{B_s})$$

1. Uap Bleeding

$$\begin{aligned} E &= J(1 - \frac{B_j}{B_s}) \\ &= 63,0181 \frac{\text{ton}}{\text{jam}} \times (1 - \frac{62,3}{94,2}) \\ &= 21,3442 \frac{\text{ton}}{\text{jam}} \end{aligned}$$

2. Massa Bleed Vacuum Pan (P2)

Asumsi uap nira yang akan di bleed ke stasiun masakan adalah 80%, maka:

$$\begin{aligned} \text{Massa Bleed Vacuum Pan} &= 80\% \times 1,74 \times 21,3442 \frac{\text{ton}}{\text{jam}} \\ &= 29,7111 \frac{\text{ton}}{\text{jam}} \end{aligned}$$

2. Menghitung Kebutuhan Uap PP I (P1)

Nira yang masuk ke PP I adalah nira hasil sulfitasi yaitu nira mentah terkapur, maka input PP I yaitu 283,1 ton/jam. Untuk menghitung kebutuhan masing - masing alat yang akan di bleed digunakan perhitungan seperti dibawah ini:

$$P (m \text{ bleed PP I}) = \frac{\dot{m} \times C_p \times \Delta T}{r}$$

Keterangan:

P = Kebutuhan uap (ton/jam)



m = Laju alir nira terkapur (ton/jam)

C_p = Kapasitas panas(kcal.kg.k)

T = Perbedaan temperatur (k)

r = Kalor laten pada suhu uap bleed (kcal/kg)

Kalor laten adalah jumlah panas untuk mengubah air menjadi uap pada temperatur yang sama. Kapasitas panas dapat dihitung berdasarkan %brix dengan rumus:

$$C_p = (1 - 0,0056B)$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} C_p &= (1 - 0,0056B) \\ &= (1 - 0,0056 \times 13,87) \\ &= 0,9224 \frac{\text{kcal}}{\text{kg.K}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= \frac{\dot{m} \times C_p \times \Delta T}{r} \\ &= \frac{283,1 \frac{\text{ton}}{\text{jam}} \times 0,9224 \frac{\text{kcal}}{\text{kg.K}} \times (45)}{645,6} \\ &= 18,2015 \frac{\text{ton}}{\text{jam}} \end{aligned}$$

Air yang diuapkan tiap badan:

$$\begin{aligned} E &= 5x + P_1 + P_2 \\ 220,0819 \frac{\text{ton}}{\text{jam}} &= 5x + \left(18,2015 \frac{\text{ton}}{\text{jam}}\right) + 29,7111 \frac{\text{ton}}{\text{jam}} \\ x &= 34,4338 \frac{\text{ton}}{\text{jam}} \end{aligned}$$

Sehingga, air yang diuapkan tiap BP:

$$\begin{aligned} \text{BP 5} &= 34,4338 \frac{\text{ton}}{\text{jam}} \\ \text{BP 4} &= 34,4338 \frac{\text{ton}}{\text{jam}} \\ \text{BP 3} &= 34,4338 \frac{\text{ton}}{\text{jam}} \\ \text{BP 2} &= 34,4338 \frac{\text{ton}}{\text{jam}} \\ \text{BP 1} &= 34,4338 \frac{\text{ton}}{\text{jam}} + \left(18,2015 \frac{\text{ton}}{\text{jam}}\right) + 29,7111 \frac{\text{ton}}{\text{jam}} \end{aligned}$$



$$= 82,3464 \frac{\text{ton}}{\text{jam}}$$

c. Menentukan % Brix Tiap Badan Penguapan

Digunakan rumus berikut: (Hug.601)

$$\%B_0 = \%B_i \times \frac{m \text{ encer}}{m \text{ encer} - E}$$

Keterangan:

B_i = Brix masuk vessel

B_0 = Brix keluar vessel

$m \text{ encer}$ = Banyaknya nira encer yang masuk BP (ton/jam)

E = Banyaknya air yang diuapkan (ton/jam)

1. Badan Pemanas I

$$\begin{aligned}\%B_0 &= \%B_i \times \frac{m \text{ encer}}{m \text{ encer} - E} \\ &= 13,87 \times \frac{283,1 \frac{\text{ton}}{\text{jam}}}{283,1 \frac{\text{ton}}{\text{jam}} - 82,3464 \frac{\text{ton}}{\text{jam}}} \\ &= 19,5592\%\end{aligned}$$

2. Badan Pemanas II

$$\begin{aligned}\%B_0 &= \%B_i \times \frac{m \text{ encer}}{m \text{ encer} - E} \\ &= 19,5592\% \times \frac{200,7536 \frac{\text{ton}}{\text{jam}}}{200,7536 \frac{\text{ton}}{\text{jam}} - 34,4338 \frac{\text{ton}}{\text{jam}}} \\ &= 23,6086\%\end{aligned}$$

3. Badan Pemanas III

$$\begin{aligned}\%B_0 &= \%B_i \times \frac{m \text{ encer}}{m \text{ encer} - E} \\ &= 23,6086\% \times \frac{166,3198 \frac{\text{ton}}{\text{jam}}}{166,3198 \frac{\text{ton}}{\text{jam}} - 34,4338 \frac{\text{ton}}{\text{jam}}} \\ &= 29,7725\%\end{aligned}$$

4. Badan Pemanas IV

$$\begin{aligned}\%B_0 &= \%B_i \times \frac{m \text{ encer}}{m \text{ encer} - E} \\ &= 29,7725\% \times \frac{131,886 \frac{\text{ton}}{\text{jam}}}{131,886 \frac{\text{ton}}{\text{jam}} - 34,4338 \frac{\text{ton}}{\text{jam}}}\end{aligned}$$



$$= 40,2923\%$$

5. Badan Pemanas V

$$\begin{aligned}\%B_0 &= \%B_i \times \frac{m_{\text{encer}}}{m_{\text{encer}} - E} \\ &= 40,2923\% \times \frac{97,4522 \frac{\text{ton}}{\text{jam}}}{97,4522 \frac{\text{ton}}{\text{jam}} - 34,4338 \frac{\text{ton}}{\text{jam}}} \\ &= 62,3083\%\end{aligned}$$