LAMPIRAN III
PERHITUNGAN DESAIN

1) Data Desain

Jenis Boiler	=	*Water Tube Boiler*
Jenis Furnace	=	*Box Longitudinal Coil Steam Water Tube Boiler*
Jenis Proses	=	*Steady State*
Fluida kerja	=	*Water*
Bahan Bakar	=	*Solar*
Kapasitas Listrik	=	1000 watt
Steam	=	*Superheated* (P = 6 Bar T = 240 ^{O}C)
Kapasitas Desain	=	Listrik 1000 watt

2) Perhitungan

a. Menghitung kebutuhan input energi Generator

- Listrik yang dihasilkan dari generator = 1000 watt
  = 1000 J/s
  = 1000 J/s
  = 859,845 Kcal/jam

- Efisiensi generator secara teori sebesar 80 % (Marsudi,Djiteng, 2005)
  Sehingga pada penentuan desain ini menganggap efisiensi generator sebesar 80%
  Maka
  Pgen = W x η gen (Anang, Joko dan Susatyo Handoko. 2011)

  $$W = \frac{100}{80} \times 859{,}845 \text{ Kcal/jam}$$

  = 1074,8 Kcal/jam

b. Menghitung kebutuhan energi input di turbin uap
   Menggunakan persamaan
   Wt = η turbin uap x Wgen (Anang, Joko dan Susatyo Handoko. 2011)
   Diketahui :

- Efisiensi turbin uap secara teori sebesa 30 % (Perry,"Chem.Eng. Handbook")
  Sehingga pada penentuan desain ini menganggap efisiensi turbin uap sebesar 30%
  η turbin uap = 30 %
  Maka
  Pgen = W x η gen

  $$Wt_{in} = \frac{100}{30} \times 1074{,}81 \text{ Kcal/jam}$$

  = 3582,6885 Kcal/jam

Wt_{out} = 3583 Kcal/jam - 1075 Kcal/jam
= 2507,8819 Kcal/jam

c. Data Desain

P = 5,5 Bar

T = 240 ^{O}C

Didapat nilai h dari tabel steam

serta temperatur = 240 ^{O}C

Maka nilai h = 2934,63 kj/kg = 700,9 kcal/kg

(Tabel Steam Moran & Saphiro)

Q_{BFW} = m_{BFW} x h (Anang, Joko dan Susatyo Handoko. 2011)

3582,69 kcal/jam = m_{BFW} x 700,924 kj/kg

$$m_{BFW} = \frac{3582,69 \text{ Kcal/jam}}{700,9243 \text{ Kcal/kg}}$$

m_{BFW} = 5,111377 kg/jam

d. Menghitung kebutuhan energi input di *steam drum*

Menggunakan persamaan

Wsd = η steam drum x Wt

(Anang, Joko dan Susatyo Handoko. 2011)

Diketahui :

- Efisiensi *steam drum* secara teori sebesar = 73,15-74,39 %

(Susanto, Heri 2008)

Sehingga pada penentuan desain ini menganggap efisiensi *steam drum* sebesar

η *steam drum* = 70 %

Maka

Wsd = η steam drum x Wt

$$Wsd = \frac{100}{70} \times 3582,69 \text{ Kcal/jam}$$

= 5118,1 Kcal/jam

Perhitungan *Volume Steam Drum*

Asumsi volume steam drun = volume steam

ρ = 2,92 kg/m^3 (thermexcel.com)

(pada tekanan 5,5 bar)

$$V = \frac{\text{massa steam}}{\rho \text{ steam}}$$

$$= \frac{5,1114 \text{ kg/jam}}{2,92}$$

= 1,7504715 m^3 = 1750,472 dm^3 = 1750,472 L

e. Menghitung kebutuhan energi input di ruang bakar

Menggunakan persamaan

Wrd = η ruang bakar x Wsd

(Anang, Joko dan Susatyo Handoko. 2011)

Diketahui :

- Efisiensi ruang bakar secara teori sebesar = 35 %

(https://energy.gov/energysaver/furnaces-and-boilers)

Sehingga pada penentuan desain ini menganggap efisiensi ruang bakar sebesar

η ruang bakar = 35 %

Maka

Wrd = η ruang bakar x Wsd

Wrd = $\frac{100}{35}$ x 5118,13 Kcal/jam = 14623,2 Kcal/jam

Menghitung bahan bakar solar

Dik = HHV_{solar} = 45,9 MJ/Kg (engineeringtoolbox.com)

HHV_{solar} = 10963,02681 Kcal/kg

Maka,

Q_{rb} = m_{solar} x HHV_{solar}

14623,2 kcal/menit = m_{solar} x 10963,02681 Kcal/kg

m_{solar} = $\frac{14623{,}2182 \text{ Kcal/jam}}{10963{,}02681 \text{ Kcal/kg}}$

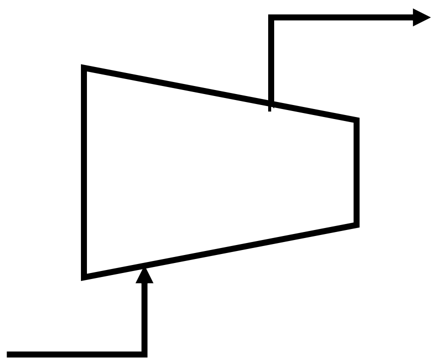
m_{solar} = 1,334 kg/jam = 1,334 kg/jam

f. Kompressor

Fungsi = Untuk mengalirkan dan menaikkan tekanan udara

Tipe = *Reciprocating Compressor*

Bahan = *Carbon Steel*



Data

m_{solar} = 1,334 kg/jam

Maka,

Volume solar $= \dfrac{\text{massa solar}}{\text{densitas solar}}$

$= \dfrac{1,334 \text{ kg/jam}}{0,874 \text{ kg/L}}$

= 1,5262 L/jam = 0,025 L/menit

Mol bahan bakar $= \dfrac{\text{massa solar}}{\text{BM solar}}$

$= \dfrac{1,333866861 \text{ kg}}{198 \text{ kg/kmol}}$

= 0,0067 kmol

Maka,

$$C_{14}H_{30} + 21,5O_2 \longrightarrow 14CO_2 + 15H_2O$$

	$C_{14}H_{30}$	$21,5O_2$	$14CO_2$	$15H_2O$
m	0,01 kmol			
rx	0,01 kmol	0,1448 kmol	0,09431 kmol	0,10105 kmol
s	0	0,1448 kmol	0,09431 kmol	0,10105 kmol

O_2 yang dibutuhkan = 0,14484 kmol

N_2 dari udara $= \dfrac{79}{21}$ x 0,14484 kmol

= 0,54487 kmol

Udara yang masuk = $O_2 + N_2$

= 0,68971 kmol

= 0,68971 kmol x 29 kg/kmol

= 20,001587 kg

Dengan menggunakan rasio udara bahan bakaı = 15 : 1

Dimana secara teori nilai AFR pada pembakaran solar sekitar 14 - 15 : 1

Jadi,

Laju alir massa udara = 0,006736701 kmol x 15

= 0,10105052 kmol

= 0,10105052 kmol x 29 kg/kmol

= 2,930 kg

$= \dfrac{2,930 \text{ kg}}{33,28 \text{ kg/m}^3}$ (Ferry, Tabel 2-23 hal 2-96)

= 0,09 m^3

= 88,06 L/jam

1 Kapasitas Kompressor

Diketahui

Tekanan, P_1 = 1 atm

P_2 = 4 atm

Temperatur, T_1 = 30 ^oC = 303 K

Faktor keamanan = 10 %

Laju alir volumetrik, Q = $\frac{m}{\rho}$

$= \frac{20,001587 \text{ kg}}{33,28 \text{ kg/m}^3}$

= 0,601027 m^3 = 21,22508 ft^3

Faktor keamanan = (1 + 0,1) x 0,601027 m^3

= 0,66113 m_3/jam

2 Rasio Kompresi, Rc

$Rc = (\frac{P_2}{P_1})^{0,5}$

$= \left(\frac{4}{1}\right)^{0,5}$

= 2

3 Temperatur Output,T_2

$T_2 = T_1 (\frac{P_2}{P_1})^{(k-1)/k}$

(Peter Timmerhaus, Eq.28 hal 525)

$= 303 \text{ K} \left(\frac{4}{1}\right)^{(1,41-1)/1,41}$

= 379,37 K

4 Power Kompressor, PW

Pada Mc. Cabe hal 120, efisiensi dari *reciprocating compresso* r adalah 80-85%

η = 81 %

$PW = \frac{0.0643 \, kTQ_f}{520 \, (k-1)\eta} [(\frac{P_2}{P_1})^{(k-1/k)-1}]$

(Mc.Cabe, Eq. 8.29 hal 210)

$= \frac{0,064 \times 1,41 \times 303 \text{ K} \times 21,225 \text{ ft3}}{520 \times (1,41 - 1) \times 0,81} \left(\frac{4}{1}\right)^{(1,41-1)/1,41}$

$= 3,376368 \left(\frac{4}{1}\right)^{(1,41-1)/1,41}$

= 4,227 HP