BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kebutuhan Air

4.1.1 Kebutuhan air pendingin

Tabel 4.1 Kebutuhan Air Pendingin (kg/jam)

Alat	Kode	Kebutuhan air pendingin, kg/jam
Cooler	Co-01	635,22
Cooler	Co-02	844.808,71
Condensor	Cd-01	2.215.401,53
Condensor	Cd-02	1.619.162,92
Jumlah		**4.680.008,37**

Kebutuhan air pendingin = 4.680.008,37 kg/jam

Perancangan dibuat *over design* 20%, sehingga :

Kebutuhan air pendingin = 5.616.010,04 kg/ja

4.1.2 Kebutuhan air untuk umpan *boiler*

Tabel 4.2 Kebutuhan air umpan *boiler* (kg/jam)

Alat	Kode	Kebutuhan *Steam*, kg/jam
Heater	HE-01	341.792,47
Heater	HE-02	4.394.245,55
Re*boiler*	RB-01	110.260,91
Re*boiler*	RB-02	45.717,04
Jumlah		4.892.015,96

Kebutuhan total s*team* = 4.892.015,96 kg/jam

Perancangan dibuat *over design* 20%, sehingga :

Kebutuhan total *steam* = 5.870.419,16 kg/jam

4.1.3 Kebutuhan air domestik

1. Air untuk karyawan

   Diperkirakan kebutuhan air untuk karyawan= 150 L/orang/hari

   Jumlah karyawan = 100 orang

   Total kebutuhan air untuk karyawan = 639,29 kg/jam

2. Air untuk instalasi (laboratorium, kantor dan lain-lain)

   Air untuk kebutuhan ini diperkirakan = 10% x kebutuhan karyawan

   = 10% x 639,29 kg/jam

   = 63,93 kg/jam

3. Air untuk distribusi (taman, pemadam kebakaran dan lain-lain)

   Air untuk kebutuhan ini diperkirakan = 30% x kebutuhan karyawan

   = 30% x 639,29 kg/jam

   = 191,79 kg/jam

Over design dirancang 20%, sehingga kebutuhan air domestik = 1.074,02 kg/ja

4.1.4 Kebutuhan air proses

Air proses untuk *mixer* = 306.805,77 kg/jam. Akan tetapi, karena digunakan sistem sirkulasi maka *make up* air yang digunakan sebagai berikut:

1. Air pendingin hilang karena menguap, *blow down* dan terbawa aliran uap keluar *tower* = 880.562,87 kg/jam

2. *Steam* hilang karena menguap dan *blow down* = 1.174.083,83 kg/jam

Jadi total kebutuhan air yang disuplai

= *make up* air pendingin + *make up* air umpan *boiler*+ air domestik + air untuk proses

= 880.562,87 kg/jam + 1.174.083,83 kg/jam + 1.074,02 kg/jam + 306.805,77 kg/jam

= 2.362.526,49 kg/jam

Untuk mengantisipasi hilangnya air karena terjadinya kebocoran saat pendistribusian *make up* air dilebihkan 10%, sehingga air yang harus diambil dari sungai sebesar 2.835.031,79 kg/jam.

1.Data Boiler

Tahun pembuatan	= 2001
Negara Pembuat	= INDOMARINE
Kapasitas Boiler	= 20 ton / jam

2.DATA UNJUK KERJA BOILER

Water Press	= Bar
Water Temp	= 105 ^{0}C
Steam Press	= 21 bar (gauge)
Steam Temp	= 265 ^{0}C
Steam Flow	= 20 ton / jam
Suhu Boiler Furnace	= 1400 ^{0}C

Bahan bakar	= 1,6 ton cangkang sawit/jam
	= 3,483 ton Fiber/jam
Pemakain bahan bakar	= 5, 083 ton / jam
Air penambah	= 20 ton / jam
Kapasitas Turbin	= 2.000 Kwatt
Kapasitas Generator	= 3.360 KVA

4.2 Hasil Observasi Limbah Sawit

4.2.1 FIBER

1. CARBON (Wt % daf) = 50.1
2. HIDROGEN(Wt % daf) = 3,1
3. OXYGEN (Wt % db) = 19,12
4. NITROGEN (Wt % ar) = 19,22
5. Sulfur = 0,30
6. Ash Cont = 3, 19
7. Water = 5,27

4.2.2 CANGKANG/SHELL

1. CARBON (Wt % daf) = 61.35
2. HIDROGEN(Wt % daf) = 3,25
3. OXYGEN (Wt % db) = 21,41

4. NITROGEN (Wt % ar) = 2,45
5. Ash Cont = 1, 8
6. Sulfur = 0.18
7. Water = 9,74

A. Nilai Kalor Untuk Fiber

1. Gross calor value $= 81\ C + 340\ (\ H - \frac{O}{8}\ ) + 25\ S$ Kcal / Kg bb

$$GCV = (\ 81 \times 50,1\ ) + 340\ (\ 3,1 - \frac{19,12}{8}\ ) + (\ 25 \times 0)$$

$$= 4870,7 \text{ kCal / Kgbb}$$

2. Net calor value $= 81\ C + 340\ (\ H - \frac{O}{8} + 25\ S - 6\ W$ kcal/kg bb

$$NCV = 81(\times 50,1\ )\ 340\ (\ 3,1 - \frac{6,28}{8} + 0 - 6\ (\ 5,27\ )$$

$$= 4839,08 \text{ kcal/kg}$$

B. Nilai Kalor Untuk Cangkang

1. Gross Calor Value $= 81\ C + 340\ (\ H - \frac{O}{8}\ )\ 25\ S$ Kcal/kg bb

$$GCV = (\ 81 \times 61,35\ ) + 340\ (\ 3,25 - \frac{21,41}{8} + (\ 25 \times 0\ )$$

$$= 5164,425 \text{ Kcal/kg bb}$$

2. Net Calor Value = 81 C + 340 (H - $\frac{0}{8}$) + 25 S – 6 W Kcal/kg bb

NCV = 81 (x 61,35) + 340 (3,25 - $\frac{6,28}{8}$) – 6 (9,74)

= 5105,985 Kcal/kg

Fiber = 75 $^0/_0$ = 3/4

Cangkang = 25 $^0/_0$ = 1/4

100 $^0/_0$

Carbon = 0,75 x 50,1 + 0,25 x 61,35

= 52,9125 %

Hidrogen = 0,75x 3,1 + 0,25 x 3,25

= 3,1375 %

Oxygen = 0,75 x 19,12 + 0,25 x 21,4

= 19,6925 %

Nitrogen = 0,75 x 19,22 + 0,25 x 2,45

= 14,978 %

Sulfur = 0,75 x 0,18 + 0,25 x 0,30

= 0,21 %

Water = 0,75 x 5,27 + 0,25 x 9,74

= 6,3875 %

NCV = 81 (x 52,9125) + 340 (3,1375 - $\frac{19,69}{8}$) – 6 (6,3875)

= 4,663,56 kkal/kg

= 4,663,56 kkal/kg x 4,186

= 19521,66 kj/kg

4.3 Batas Kontrol Kualitas Air Boiler Berdasarkan Tekanan Boiler

Tabel 4.3 Batas kontrol kualitas air *boiler*.

PARAMETER	SATUAN	CONTROL LIMIT	
		20 Barg	30 Barg
pH	Units	10.5 – 11,5	10,5 – 11,5
TDS	Ppm	< 2000	< 2000
P-Alkalinity,ppm $CaCO_3$	as ppm $CaCO_3$		
M-Alkalinity,ppm,$CaCO_3$	as ppm $CaCO_3$	< 700	< 700
O-Alkalinity,$CaCO_3$	as ppm $CaCO_3$	>2,5 x SiO_2	>2,5 x SiO_2
T-Hardness,ppm,$CaCO_3$	as ppm $CaCO_3$	Trace	Trace
Silica,ppm SiO_2	as ppm SiO_3	< 150	< 90
Phospate,ppm,PO_4	as ppm PO_4	20 - 30	20 - 30
Sulfite,ppm,SO_3	as ppm SO_3	30 - 50	30 - 50
Iron,ppm,Fe	as ppm Fe	< 1	< 1

PARAMETER	SATUAN	CONTROL LIMIT		
		20 Barg	30 Barg	40 Barg
pH	Units	10.5 – 11,5	10,5 – 11,5	9,5 – 10,5
TDS	Ppm	< 2000	< 2000	< 500
P-Alkalinity,ppm $CaCO_3$	as ppm $CaCO_3$			
M-Alkalinity,ppm,$CaCO_3$	as ppm $CaCO_3$	< 700	< 700	< 200
O-Alkalinity,$CaCO_3$	as ppm $CaCO_3$	>2,5 x SiO_2	>2,5 x SiO_2	> 2,5 x SiO_2
T-Hardness,ppm,$CaCO_3$	as ppm $CaCO_3$	Trace	Trace	Trace
Silica,ppm SiO_2	as ppm SiO_3	< 150	< 90	< 20
Phospate,ppm,PO_4	as ppm PO_4	30 – 70	30 – 70	15 – 25
Sulfite,ppm,SO_3	as ppm SO_3	30 – 50	30 - 50	20 - 40
Iron,ppm,Fe	as ppm Fe	< 2	< 2	< 2

t = 105 ^{0}C

$= \frac{105-100}{110-100}$ x (419.04 – 461.30) 461.30

= 440,17 kj/kg

P = 20 bar

P_{uap} = 20 + 1 = 21 bar

$$h_g = \frac{21-20}{25-20} x(2803,1 -2799,5) + 2799,5$$

$$= 2800,22 \text{ kj/kg}$$

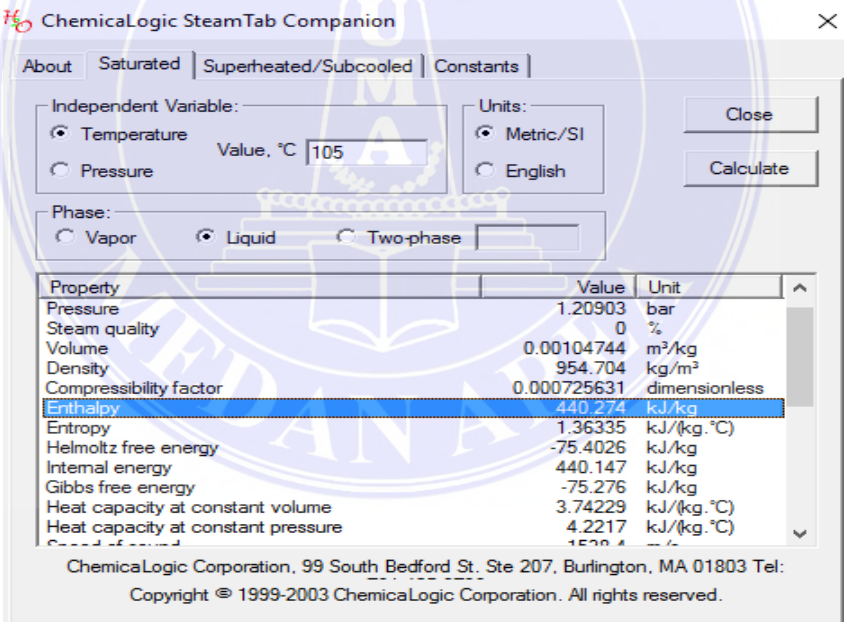
$$\eta_b = \frac{\dot{m}u\ (hg1-440.17\ )}{mbb\ x\ LHV}$$

$$= \frac{20\ (2758,29-440,17)}{5.083\ x\ 19521,61} \text{ x } 100\ \%$$

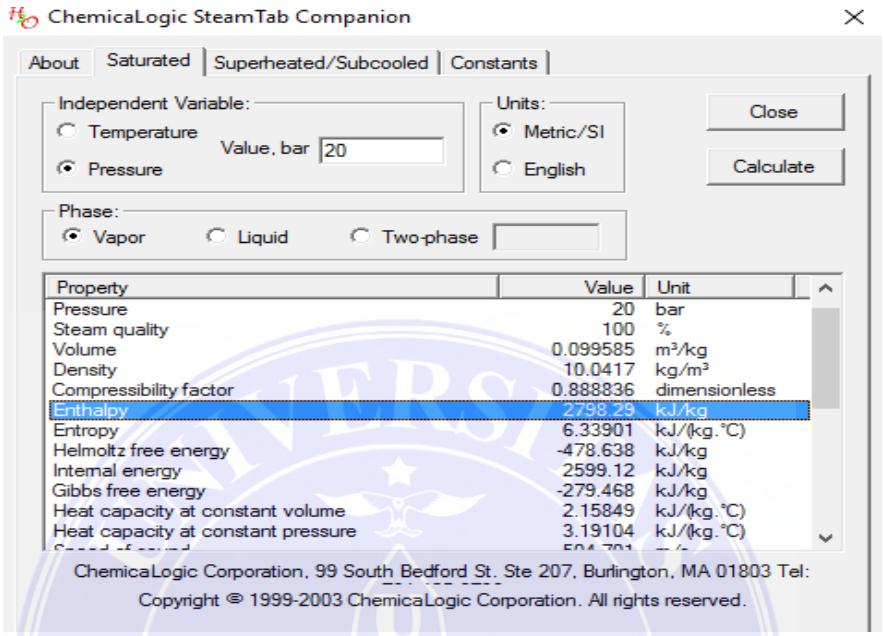
$$= 0,4682$$

$$= 46,82\ \%$$

Untuk mencari entalpy pada T_3 = 105 ^{0}C dicari dengan menggunakan *software chemicallogic steamtab copanion* maka di peroleh : 440,274 kj/kg



Untuk mencari entalpy pada P_3= 20 bar, dicari dengan menggunakan *software chemicallogic steamtab copanion* maka diperoleh: h_1= 2798,29 kj/kg



t = 105 ^{0}C

$$= \frac{105-100}{110-100} \text{ x } (419.04 - 461.30) 461.30$$

= 440.17 kj/kg

P = 30 barg

P_{uap} = 31 + 1 = 31 bar

$$h_g = \frac{31-30}{35-30} \text{x}(2803,4 - 2804,2) + 2803,4$$

= 2804,04 kj/kg

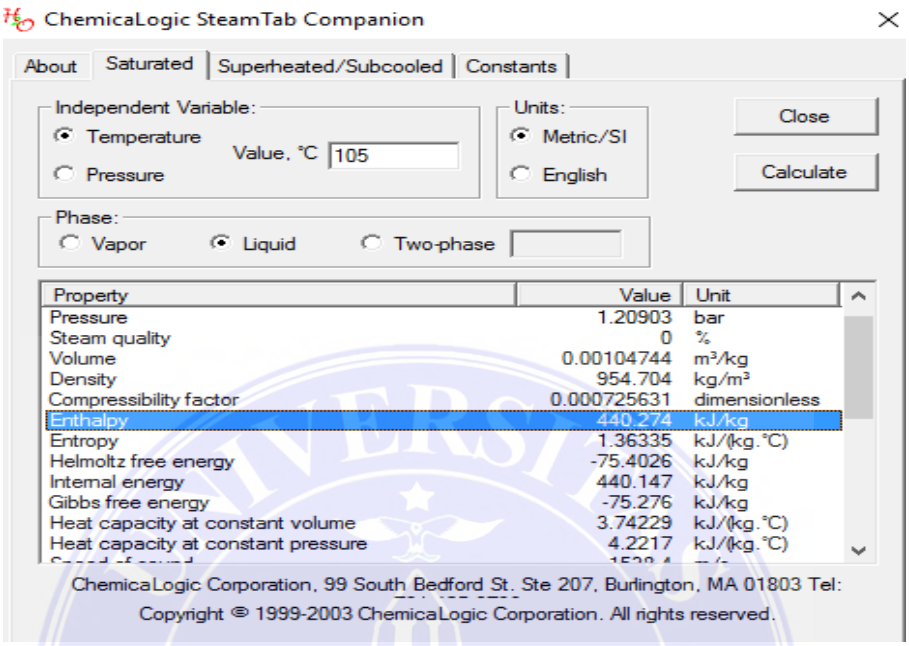
$$\eta_b = \frac{\dot{m}u\ (hg1-1345,75\ )}{mbb\ x\ LHV}$$

$$= \frac{30\ (2800,04-440.17)}{5.083\ x\ 19521.61} \text{ x } 100\ \%$$

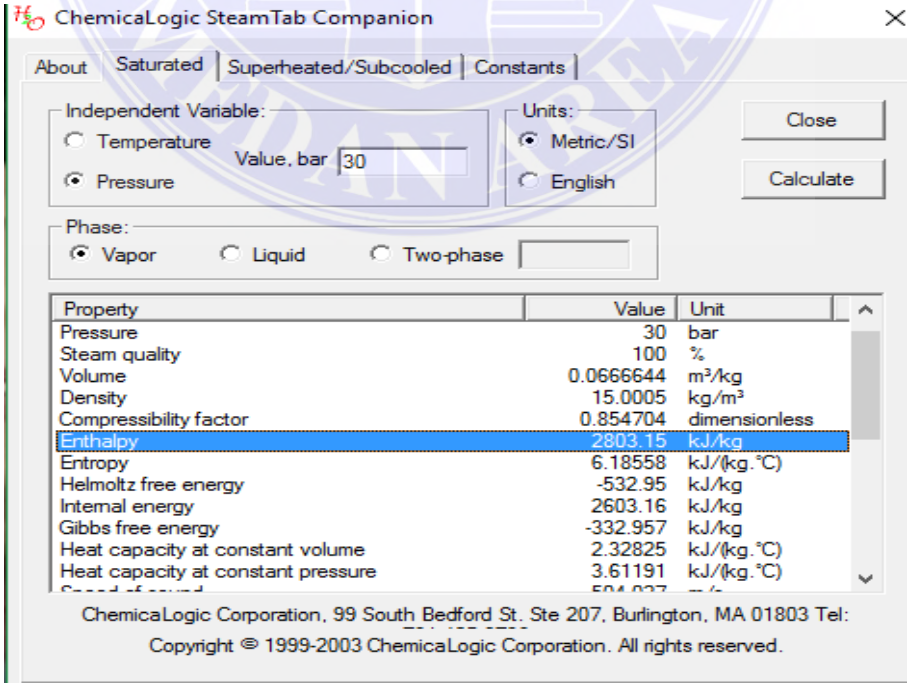
= 0,7136

= 71,35 %

Untuk mencari entalpy pada T_3 = 105 ^{0}C dicari dengan menggunakan *software chemicallogic steamtab copanion* maka di peroleh : 440,274 kj/kg



Untuk mencari entalpy pada P_3= 30 bar, dicari dengan menggunakan *software chemicallogic steamtab copanion* maka diperoleh: h_1 = 2803,15 kj/kg



t = 105 ^{0}C

$= \frac{105-100}{110-100}$ x (419.04 – 461.30) 461.30

= 440,17 kj/kg

P = 40 bar

$h_g = \frac{41-40}{45-40}$ x(2798,3 – 2801,4) + 2801,4

= 2800,78 kj/kg

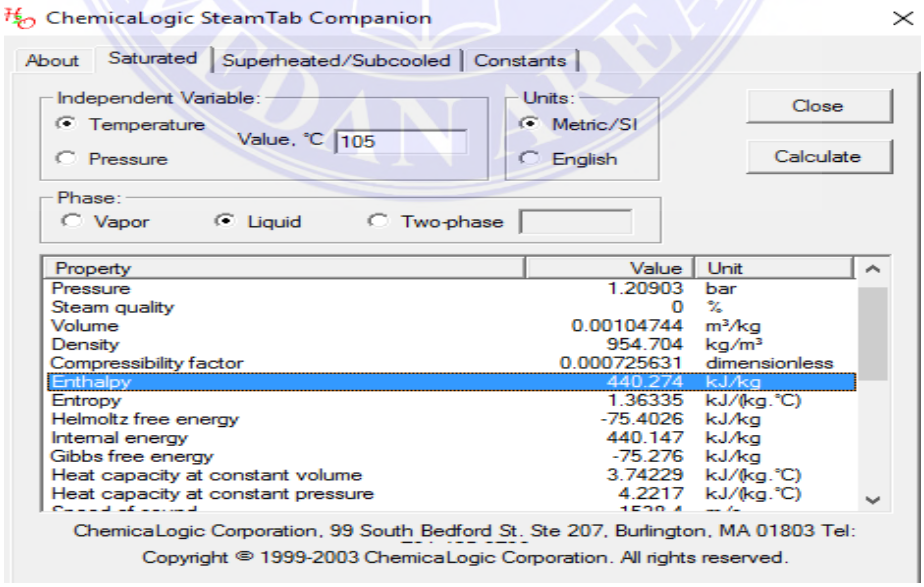
$\eta_b = \frac{\dot{m}u\,(hg1-440.17)}{mbb\ x\ LHV}$

$= \frac{40\ (\ 2803{,}15-440.17\ )}{5.083\ x\ 19521{,}61}$ x 100 %

= 0.9522

= 95.22 %

Untuk mencari entalpy pada T_3 = 105 ^{0}C dicari dengan menggunakan *software chemicallogic steamtab copanion* maka di peroleh : 440,274 kj/kg



Untuk mencari entalpy pada P_3= 40 bar, dicari dengan menggunakan *software chemicallogic steamtab copanion* maka diperoleh : h_1 = 2800,82 kj/kg