

Perhitungan Debit Uap *Boiler* dan Ketercapaian Kebutuhan Uap Pabrik Kapasitas 45 Ton/Jam

Bekti Santoso¹; Ahdiat Leksi Siregar²; Indriana Lestari³

^{1,2,3}Program Studi Teknologi Pengolahan Hasil Perkebunan Kelapa Sawit

Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi – Bekasi

Email : ¹bekti.santoso@gmail.com; ²aleksiregar@gmail.com; ³indriana.lestari@cwe.ac.id

Abstrak

Boiler adalah salah satu alat konversi energi yang merubah air menjadi uap, yang terjadi karena adanya pemanasan secara terus menerus. Uap yang dihasilkan tersebut bisa digunakan untuk semua peralatan yang membutuhkan uap pada pabrik kelapa sawit (PKS), terutama turbin pembangkit tenaga listrik. Selain itu, peralatan lainnya adalah *sterilizer*, stasiun *pressing*, stasiun *kernel recovery* dan stasiun *clarification*. Kualitas dan jumlah uap yang dihasilkan harus berdasarkan kebutuhannya, karena apabila tidak tercapai maka akan mengganggu proses pengolahan di PKS tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung jumlah uap yang dibutuhkan untuk proses pengolahan kelapa sawit di PKS. Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 7 Mei sampai dengan 12 Mei 2018. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan teknik pengambilan data secara observasi, dokumentasi dan wawancara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata debit uap adalah sebesar 30.523 Kg/jam, sedangkan kebutuhan uap untuk operasional turbin dengan daya aktual 1.200 Kw adalah sebesar 26.400 Kg, dan untuk proses pengolahan kelapa sawit adalah sebesar 24.750 Kg/jam. Debit uap yang dihasilkan *boiler* lebih besar dari kebutuhan uap pabrik kapasitas 45 Ton/jam, sehingga debit uap yang dihasilkan oleh *boiler* mencukupi untuk memenuhi kebutuhan uap di PKS tersebut.

Kata Kunci:

Boiler, Debit uap, Kebutuhan uap pabrik kelapa sawit.

Abstract

A Boiler is an energy conversion machine that converts water to steam, which occurs due to continuous heating. The steam produced can be used for all equipment that requires steam at a palm oil mill (POM), especially power turbines. In addition, other equipment are sterilizers, pressing station, kernel recovery station and clarification station. The quality and quantity of steam produced must be based on their need, because if it is not achieved it will disrupt the processing in the POM. This study purpose to calculate the quantity of steam needed for palm oil processing in POM. This research was conducted on May 7th until May 12th, 2018. This study used a descriptive method with data gathering techniques by observation, documentation and interview. The result showed that the average steam discharge was 30,523 Kg/hour, while the steam requirement for turbine operation with an actual power of 1,200 Kw was 26,400 Kg and for the palm oil processing was 24,750 Kg/hour. Steam discharge generated by the boiler is over than the mill capacity of 45 Tons/hour, so that the steam discharge generated by the boiler is sufficient to meet the steam need in the POM.

Keywords:

Boiler, Steam debit, Palm oil mill steam demand.

Pendahuluan

Pabrik Kelapa Sawit (PKS) merupakan sebuah unit produksi yang memerlukan sumber energi yang besar untuk menggerakkan mesin-mesin serta peralatan lain yang memerlukan tenaga dalam jumlah besar. Kebutuhan energi tersebut dipasok dari *boiler* dan *generator set (genset)*. *Boiler* merupakan sebuah bejana bertekanan yang berfungsi untuk memanaskan air guna menghasilkan uap (*steam*) yang nantinya akan dikonversi menjadi energi listrik melalui turbin. Kemudian uap sisa keluaran dari turbin akan ditampung di sebuah bejana, yaitu *Back Pressure Vessel (BPV)* yang nantinya uap sisa akan disalurkan ke beberapa stasiun yang membutuhkan, di antaranya adalah Stasiun Rebusan, Stasiun Pengempaan, Stasiun Klarifikasi dan Stasiun Pengolahan Biji. Debit uap yang dihasilkan oleh *boiler* harus mencukupi kebutuhan uap untuk pengolahan di PKS. Oleh karena itu penting sekali mengetahui debit uap yang dihasilkan *boiler* dan kebutuhan uap untuk pengolahan pabrik (Adiaqsa, 2013). Apabila jumlah uap yang dihasilkan oleh *boiler* tidak mencukupi, salah satu dampaknya adalah waktu yang dibutuhkan pada proses perebusan tandan buah segar (TBS) kelapa sawit menjadi lebih lama karena terjadinya penurunan tekanan perebusan, sehingga kinerja proses perebusan menjadi terganggu, termasuk juga kualitas hasil prosesnya (Hudori, 2013).

Alat untuk mengukur debit uap yang dihasilkan oleh *boiler* dan kebutuhan untuk proses pengolahan kelapa sawit di PKS Suayap tidak dapat kita ketahui secara aktual, karena tidak adanya alat *flowmeter* yang mengukur debit uap *boiler* dan kebutuhan uap untuk PKS.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui debit uap *boiler* secara aktual, mengetahui ketercapaian kebutuhan uap untuk turbin dan kebutuhan uap PKS berkapasitas 45 Ton/jam.

Penelitian ini hanya membahas tentang perhitungan debit uap *boiler* dan ketercapaian kebutuhan uap PKS berkapasitas 45 Ton/jam.

Metodologi

Penelitian ini dilaksanakan mulai tanggal 07 s/d 12 Mei 2018. Kajian ini dilaksanakan di PKS Suayap PT Mitra Mendawai Sejati, yang merupakan anak perusahaan dari PT Sawit Sumbermas Sarana, Tbk., yang terletak di Desa Suayap, Kecamatan Arut Selatan, Kabupaten Kotawaringin Barat, Provinsi Kalimantan Tengah.

Metode pengumpulan data yang digunakan meliputi:

1. Metode Observasi

Metode ini merupakan teknik pengumpulan data-data yang diperlukan dengan melakukan pengamatan dan praktik secara langsung di lokasi kegiatan praktek kerja lapangan pada PKS Suayap. Dengan adanya pengamatan dan disertai dengan praktik, diharapkan tingkat pemahaman dalam pengumpulan data dapat lebih efektif. Adapun

kegiatan observasi yang dilakukan yaitu melihat secara langsung objek kajian.

2. Metode Studi Dokumentasi

Metode pengumpulan data-data berdasarkan laporan tertulis dan laporan *logsheet*.

3. Metode Wawancara

Metode wawancara merupakan metode melakukan tanya jawab kepada pihak yang ahli pada bidangnya mengenai kajian khusus ini.

Tahapan analisis data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan data

Berdasarkan metode Observasi dan studi dokumentasi, maka data yang dikumpulkan adalah data berdasarkan pengamatan pada objek dan pencatatan laporan harian *boiler*.

2. Pengolahan data

Pengolahan data hasil penelitian adalah menghitung debit uap aktual yang dihasilkan *boiler*, kebutuhan uap untuk turbin dan kebutuhan uap PKS berkapasitas 45 Ton/jam.

3. Penarikan kesimpulan

Penyelesaian masalah pada penelitian ini membandingkan debit uap yang dihasilkan *boiler* terhadap ketercapaian kebutuhan uap untuk turbin dan pengolahan pabrik.

Tahapan pengumpulan data adalah sebagai berikut:

1. Pengamatan pemakaian bahan bakar *boiler*.

2. Menghitung nilai pembakaran bawah bahan bakar campuran menggunakan persamaan sebagai berikut (Wiyono, 2013):

$$N_{pb} = \frac{M_s(N_{pb})f + M_c(N_{pb})c}{M_s + M_c} \quad (1)$$

3. Pengamatan terhadap temperatur air umpan dan temperatur uap di *drum* atas 2 jam sekali selama *boiler* beroperasi, kemudian lakukan pencatatan.

4. Menghitung nilai kalor entalpi air umpan dan uap.

5. Menghitung debit uap yang dihasilkan oleh *boiler* menggunakan persamaan sebagai berikut (Djokosetyarjo, 1993):

$$\eta_{Boiler} = \frac{QX(\Delta entalpi)}{G_{bb} \times NO} \quad (2)$$

Perhitungan kebutuhan uap untuk turbin adalah sebagai berikut:

1. Pengamatan terhadap *Kw* meter turbin.

2. Catat daya aktual turbin yang dapat dilihat pada *Kw* meter turbin.

3. Menghitung kebutuhan uap turbin menggunakan persamaan sebagai berikut (Pamuji, 2011):

$$\text{Kebutuhan Uap} = W \times \text{SSC} \quad (3)$$

Perhitungan kebutuhan uap untuk pengolahan pabrik adalah menghitung kebutuhan uap untuk pengolahan pabrik menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$N = \text{Kapasitas pabrik} \times \text{Kebutuhan uap/Ton TBS} \quad (4)$$

Hasil dan Pembahasan

Kebutuhan Bahan Bakar

Massa *fiber* (M_s) yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} M_s &= 13\% \times 45 \text{ Ton/jam} \\ &= 5,85 \text{ Ton/jam} \end{aligned}$$

Massa cangkang (M_c) yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} M_c &= 6\% \times 45 \text{ Ton/jam} \\ &= 2,70 \text{ Ton/jam} \end{aligned}$$

Perhitungan rasio bahan bakar adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Rasio } fiber &= \frac{M_s}{M_s + M_c} \times 100\% \\ &= \frac{5,85 \text{ Ton/jam}}{(5,85 + 2,70) \text{ Ton/jam}} \times 100\% \\ &= 68,42\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rasio cangkang} &= \frac{M_c}{M_s + M_c} \times 100\% \\ &= \frac{2,70 \text{ Ton/jam}}{(5,85 + 2,70) \text{ Ton/jam}} \times 100\% \\ &= 31,58\% \end{aligned}$$

Nilai Pembakaran Bahan Bakar

Perhitungan nilai pembakaran bahan bakar campuran menggunakan persamaan (1) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} N_{pa_{fiber}} &= (8.080)(0,4015) + (3.450)(0,0425 - (0,3010/8)) \\ &= 3.412,3 \text{ Kkal/Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{pb_{fiber}} &= (3.412,3) - (9)(0,0425) - 586 \\ &= 2.825,9 \text{ Kkal/Kg} \end{aligned}$$

$$N_{pa_{cangkang}} = (8.080)(0,5134) + (3.450)(0,0325 - (0,4115/8))$$

$$\begin{aligned} &= 3.494,9 \text{ Kkal/Kg} \\ N_{pb_{\text{cangkang}}} &= (3.494,9) - (9)(0,0325) - 586 \\ &= 2.908,6 \text{ Kkal/Kg} \\ N_{pb_{\text{campuran}}} &= \frac{M_s(N_{pb})_f + M_c(N_{pb})_c}{M_s + M_c} \\ &= \frac{(0,68)(2.825,9 \text{ Kkal/Kg}) + (0,32)(2.908,6 \text{ Kkal/Kg})}{0,68 + 0,32} \\ &= 2.852,36 \text{ Kkal/Kg bahan bakar} \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan menggunakan persamaan (1), didapatkan nilai pembakaran bawah sebesar 2.852,36 Kkal/Kg bahan bakar. Nilai yang didapatkan dari perhitungan tersebut digunakan dalam perhitungan debit uap *boiler*.

Kebutuhan Uap Untuk Operasional Turbin

Perhitungan kebutuhan uap untuk turbin menggunakan persamaan (3) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan uap turbin} &= W \times SSC \\ &= (1.200 \text{ Kw})(22 \text{ Kg Uap/Kw}) \\ &= 26.400 \text{ Kg uap} \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan (3), kebutuhan uap untuk turbin sebesar 26.400 Kg uap/jam.

Kebutuhan Uap Pabrik

Perhitungan Kebutuhan uap pabrik menggunakan persamaan (4):

$$\begin{aligned} N &= \text{Kapasitas pabrik} \times \text{Kebutuhan uap/ton TBS} \\ &= (45 \text{ Ton TBS/jam})(550 \text{ Kg uap/Ton TBS}) \\ &= 24.750 \text{ Kg uap/jam} \end{aligned}$$

Debit Uap Yang Dihasilkan Boiler

Perhitungan debit uap yang dihasilkan *boiler* dilakukan dengan menggunakan persamaan (2). Misalkan pada tanggal 07 Mei 2018 pukul 14.00 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Q &= \frac{\eta \times G_{bb} \times NO}{h_{\text{uap}} - h_{\text{air}}} \\ &= \frac{(0,75)(8.550 \text{ Kg/jam})(2.852,36 \text{ Kkal/Kg})}{(672,38 \text{ Kkal/Kg}) - (75,34 \text{ Kkal/Kg})} \\ &= 30.635 \text{ Kg uap/jam} \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan menggunakan persamaan (2), debit uap yang dihasilkan *boiler* pada tanggal 07 Mei 2018 pukul 14.00 sebesar 30.523 Kg uap/jam. Dengan cara yang sama dapat dihitung debit uap yang dihasilkan *boiler* untuk kondisi lainnya dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Data Hasil Perhitungan Debit Uap *Boiler* (Tanggal 07 Mei – 12 Mei 2018)

No.	Jam	Mei 2018					
		7	8	9	10	11	12
1	08.00	30,63		30,64		30,23	30,38
2	10.00	30,52		30,58		30,38	30,38
3	12.00	30,48	30,58	30,23		30,38	30,28
4	14.00	30,64	30,99	30,79		30,48	30,48
5	16.00	30,58	30,69	30,53		30,48	30,48
6	18.00	30,78	30,48	30,64	30,28	30,38	30,38
7	20.00	30,48	30,58	30,28	30,43	30,28	30,28
8	22.00	30,64	30,64	30,38	30,09	30,23	30,38
9	00.00	30,38	30,38	30,53	30,64	30,33	30,33
10	02.00	30,64	30,38	30,38	30,28	30,78	30,38
11	04.00	30,64	30,48		30,28	30,38	30,38
12	06.00	30,64	30,48		30,38	30,38	
Rata-rata		30,59	30,57	30,50	30,34	30,39	30,38

Pembahasan

Dari data hasil perhitungan maka pembahasan hasil penelitian yang dilakukan oleh penulis adalah sebagai berikut:

Kebutuhan uap untuk turbin dan pengolahan pada pabrik kelapa sawit (PKS) dikatakan tercapai apabila debit uap yang dihasilkan oleh *boiler* sama dengan atau lebih dari kebutuhan uap tersebut. Dari hasil perhitungan didapatkan rata-rata debit uap sebesar 30.523 Kg uap/jam, sedangkan kebutuhan uap untuk operasional turbin dengan daya aktual 1.200 Kw sebesar 26.400 Kg uap dan kebutuhan uap untuk pengolahan sebesar 24.750 Kg uap/jam. Debit uap yang dihasilkan *boiler* lebih besar dari kebutuhan uap untuk operasional turbin dan didapatkan selisih sebesar 4.123 Kg uap/jam lebih besar. Sedangkan debit uap untuk operasional turbin lebih besar daripada kebutuhan uap untuk pengolahan pabrik dan didapatkan selisih sebesar 1.650 Kg uap/jam lebih besar. Sehingga debit uap dari *outlet* turbin sudah mencukupi kebutuhan uap untuk pengolahan pabrik. Dari pembahasan di atas dapat diambil kesimpulan bahwa kebutuhan uap untuk operasional turbin dan pengolahan di PKS Suayap tercapai, karena debit uap yang dihasilkan oleh *boiler* lebih besar daripada kebutuhan tersebut. Kelebihan uap yang dihasilkan oleh *boiler* akan terbuang melalui *safety valve drum* atas dan *safety valve* BPV.

Simpulan

Berdasarkan hasil pembahasan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Kebutuhan uap untuk operasional turbin sebesar 26.400 Kg uap untuk menghasilkan daya actual sebesar 1.200 Kw.

2. Kebutuhan uap untuk pengolahan pabrik kapasitas 45 Ton/jam sebesar 24.750 Kg uap/jam.
3. Debit uap yang dihasilkan *boiler* sebesar 30.523 Kg uap/jam.
4. Kebutuhan uap untuk operasional turbin tercapai karena debit uap yang dihasilkan *boiler* lebih besar dengan selisih 4.123 Kg uap/jam lebih besar.
5. Kebutuhan uap untuk pengolahan pabrik tercapai karena debit uap pada *outlet* turbin lebih besar dari pada kebutuhan uap untuk pengolahan pabrik dengan selisih sebesar 1.650 Kg uap/jam lebih besar.
6. Kelebihan uap yang dihasilkan oleh *boiler* akan terbuang melalui *safety valve drum* atas dan *safety valve BPV*.

Daftar Notasi

Npa	: nilai pembakaran atas.
Npb	: nilai pembakaran bawah.
Ms	: <i>massa</i> bahan bakar fiber (<i>massa</i> dalam rasio)
Mc	: <i>massa</i> bahan bakar cangkang (<i>massa</i> dalam rasio)
(Npb)f	: nilai pembakaran bahan bakar fiber (Kkal/Kg)
(Npb)c	: nilai pembakaran bahan bakar cangkang (Kkal/Kg)
N	: total kebutuhan uap proses (Kg uap/jam)
Kapasitas pabrik	: kapasitas pabrik (Ton TBS/jam)
Kebutuhan uap	: kebutuhan uap (Kg uap/Ton TBS)
Q	: kapasitas <i>boiler</i> (Kg/jam)
η_{Boiler}	: efisiensi (<i>boiler</i>)
Gbb	: massa bahan bakar (Kg/jam)
NO	: nilai kalor bahan bakar (Kkal/Kg)
$\Delta Entalpi$: perbedaan entalpi uap dan entalpi air umpan (Kkal/Kg)
h uap	: entalpi uap yang dihasilkan
h air	: entalpi air umpan
W	: daya aktual turbin (Kw)
Eturbin	: energi turbin (Kwh)
n	: jam turbin beroperasi (Kwh)
SSC	: <i>Steam specific consumption</i> (Kg uap/Kw)

Daftar Pustaka

- Adiaqsa, Y. (2013). Analisa Efisiensi Boiler Terhadap Kebutuhan Uap di PKS Tommo. *Tugas Akhir*. Bekasi: Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi.
- Hudori, M. (2013). Identifikasi Sistem Pengendalian Kualitas Proses Pengolahan Kelapa Sawit dengan Menggunakan Deming's View Production System. *Jurnal Citra Widya Edukasi*, 5(2), 23-30.

- Pardamean, M. (2011). *Sukses Membuka Kebun Dan Pabrik Kelapa Sawit*. Bogor: Penebar Swadaya.
- Siregar, A.L. (2012). *Modul Teknik Pengolahan*. Bekasi: Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi.
- Pahan, I. (2011). *Panduan Lengkap Kelapa Sawit*. Cetakan 11. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Djokosetyarjo, J.M. (1993). *Ketel Uap*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Moran, M.J., & Shapiro, H.N. (2014). *Fundamentals of engineering Thermodynamics*. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Wahyudi, E. (2012). *Petunjuk Pengoperasian dan Perawatan Takuma Water Tube Boiler*. Medan: PT Super Andalas Steel.
- Wiyono, D. (2013). Analisis Pemenuhan Kebutuhan Uap PMS Parindu PTP Nusantara VIII (Persero). *Tugas Akhir*. Pontianak: Politeknik Negeri Pontianak.

Bekti Santoso dkk
Perhitungan Debit Uap
Boiler dan Ketercapaian
Kebutuhan Uap Pabrik
Kapasitas 45 Ton/Jam
