

ANALISA PEMANFAATAN GAS BUANG *STERILIZER* UNTUK MENGHASILKAN ENERGI LISTRIK DI PT. TAMORA AGRO LESTARI

Sulvan Hardiansyah¹⁾, Suwitno²⁾

^{1,2)}Program Studi Teknik Elektro S1, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. H.R Soebrantas Km 12,5 Simpang Baru Panam,
Pekanbaru, Riau 28293 Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau
E-mail : sulvan.hardiansyah@student.unri.ac.id

ABSTRACT

To increase the production capability of palm oil mills, good technical knowledge is required in the operation of the equipment in the factory. With the aim of getting maximum results, do not ignore quality of the resulting production. The first equipment in a palm oil processing plant is a sterilizer. Sterilizer is a pressurized vessel used to boil palm oil. Sterilizer uses steam as a heating medium derived from a steam turbine. After the fruit stew process is complete, then the residual steam from the sterilizer can be used to produce electrical energy so that the remaining boiled steam is not wasted into the environment. The result of study obtained to energy value of high pressure turbine is work 1233.93 KW, the low pressure turbine is work 1389.36 KW. Thermal efficiency of high pressure turbine 48.64%, and thermal efficiency of low pressure turbine 54.84%. From the utilization of flue gas, thermal efficiency increases 6.2%.

Keywords: *Sterilizer, Steam Turbine, Rankine Cycle.*

I. PENDAHULUAN

Untuk meningkatkan kemampuan produksi dari suatu pabrik kelapa sawit, diperlukan pengetahuan teknis yang baik dalam pengoperasian peralatan – peralatan yang berada dipabrik dengan tujuan untuk mendapatkan hasil yang maksimal dengan tidak mengabaikan mutu dari pada produksi yang dihasilkan.

Peralatan pertama pada pabrik pengolahan kelapa sawit adalah *sterilizer*. *Sterilizer* adalah suatu bejana uap bertekanan yang digunakan untuk merebus kelapa sawit. *Sterilizer* menggunakan *steam* sebagai media pemanas yang berasal dari sisa pembuangan turbin uap.

Steam uap yang digunakan bertemperatur 100 - 140° C. Temperatur yang digunakan diatas titik didih agar dapat mengubah fasa

menjadi uap jenuh. Semakin tinggi temperatur uap, maka pemasakan dari buah sawit menjadi lebih cepat. Misalnya pada temperatur 120° C uap yang dihasilkan merupakan uap jenuh yang memasak buah kelapa sawit. Tapi pada temperatur ini pemasakan kelapa sawit kurang baik dari pada temperatur 140° C yang sama sama pada uap jenuh. Dikarenakan pada temperatur 120° C tekanan yang diberikan lebih rendah dari pada temperatur 140° C. Sehingga pemasakan membutuhkan waktu yang lebih lama. Pada temperatur 140° C waktu yang dibutuhkan untuk merebus 75-85 menit sedangkan pada temperatur 120° C waktu yang dibutuhkan 85-100 menit. (Sulaiman, 2018)

Sterilizer menggunakan suhu tinggi untuk menurunkan viskositas minyak agar terlepas dari daging buah kemudian untuk mendapatkan minyak tersebut daging buah dipress sehingga didapatkan minyak kelapa sawit mentah. Setelah proses perebusan buah selesai maka *steam* sisa dari *sterilizer* dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik agar *steam* sisa perebusan buah tidak terbuang sia – sia ke lingkungan. Oleh sebab itu pada tugas akhir ini diusulkan penelitian tentang pemanfaatan gas buang *sterilizer* untuk menghasilkan energi listrik di PT Tamora Agro Lestari.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Boiler

Boiler adalah suatu bejana tertutup yang memiliki tekanan dan berisi air lalu dipanaskan dengan menggunakan bahan bakar baik yang berbentuk padat, cair maupun gas, dari hasil pemanasan yang dilakukan dapat menghasilkan *steam*.

2.2 Sterilizer

Sterilizer merupakan suatu bejana uap yang bertekanan, yang fungsinya merebus tandan buah segar (TBS) dengan memakai media pemanas. *Sterilizer* menggunakan *steam* yang berasal dari sisa pembuangan turbin uap yang bertekanan $\pm 3 \text{ kg/cm}^2$ dan bertemperatur 120 °C s/d 140 °C. (Tekad Sitepu, 2011).

Perhitungan kebutuhan energi (Q) menggunakan rumus empiris:

$$Q = \sum \dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta T \dots \dots \dots (2.1)$$

(Sulaiman, 2018)

Dimana:

Q = total energi yang dibutuhkan untuk mencapai kondisi operasi, kkal

$\dot{m}$ = laju aliran massa, ton/jam

C_p = kapasitas panas komponen, kkal/kg

ΔT = selisih tempratur sistem, °C

2.3 Reheater

Reheater adalah salah satu komponen boiler yang berfungsi untuk memanaskan kembali uap air turbin uap keluaran tingkat pertama, sehingga kembali menjadi uap

superheater. Pemanasan kembali ini bertujuan untuk menaikkan efisiensi sistem secara keseluruhan. *Reheater* digunakan untuk menaikkan kembali entalpi uap setelah di ekspansikan di *high pressure* turbin dengan jalan dipanaskan ulang. Pada pemanasan ulang ini temperatur akan naik, sedangkan tekanannya tetap sehingga entalpi uap akan naik kembali. (Artikel teknologi, 2018)

2.4 Turbin Uap

Turbin uap merupakan suatu penggerak mula yang mengubah energi potensial uap menjadi energi kinetik dan selanjutnya diubah menjadi energi mekanis dalam bentuk putaran poros turbin. (Jamaludin, 2017).

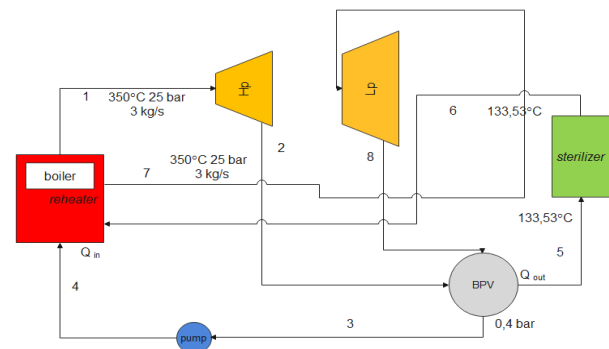


Gambar 1 Turbin Uap 1,2 MW Merk Shinko
(Sumber : PT Tamora Agro Lestari, 2020)

2.5 Siklus Rankine

Siklus Rankine adalah siklus termodinamika yang mengubah panas menjadi kerja. Panas disuplai secara eksternal pada aliran tertutup, yang biasanya

menggunakan air sebagai fluida yang bergerak. (Putra D A, 2017)



Gambar 2. Permodelan Siklus Rankine

Proses 1-2 adalah proses uap kering memutar *high pressure* turbin. Pada proses ini kerja masuk kedalam sistem (W_T)

$$W_T = h_1 - h_2 \dots\dots\dots (2.2)$$

(Andrianto Pintoro, 2019)

Dimana:

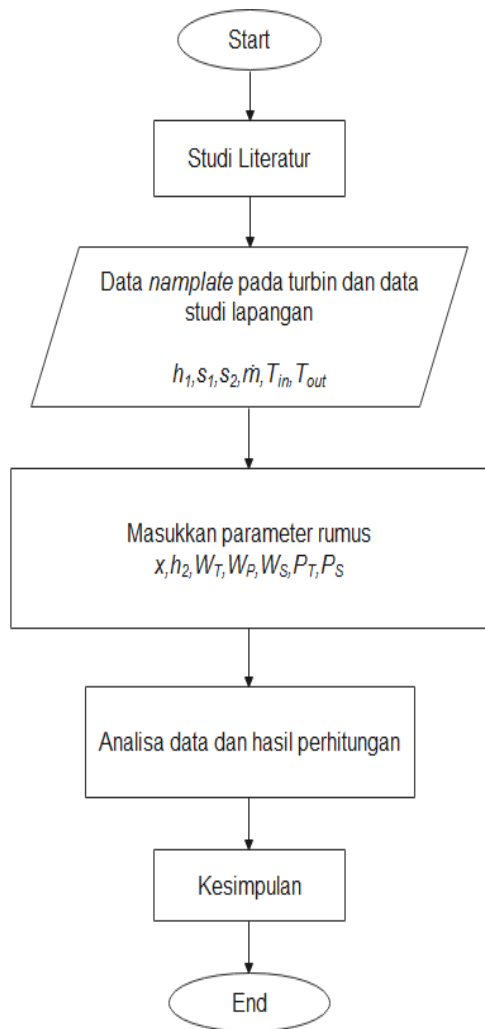
W_T = kerja turbin (KW)

h_1 = entalpy uap keluar boiler (kj/kg)

h_2 = entalpy uap masuk BPV (kj/kg)

III. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan cara mengumpulkan data dari PT Tamora Agro Lestari dan untuk selanjutnya akan dilakukan analisa perhitungan energi yang dapat dihasilkan dari *steam* sisa *sterilizer* di PT. Tamora Agro Lestari. *Flowchart* penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Flowchart Penelitian

3.1 Data Namplate Turbin

Tabel 1. merupakan tabel data namplate turbin pada PT. Tamora Agro Lestari, yang digunakan sebagai pedoman hasil perhitungan.

Tabel 1. Data Namplate Turbin	
Parameter	Keterangan
Model	RB 4
Output	1200 KW
Steam press	20 bar
Temperatur	250 °C
Exhaust press	3,1 bar

Turbin speed	5234 rpm
Output speed	1500 rpm

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa ini dilakukan untuk mendapatkan nilai entalpi keluar BPV dan entalpi masuk turbin. Entalpi ialah merupakan istilah dalam termodinamika yang menyatakan jumlah energi yang dimiliki sistem. Nilai absolut dari entalpi tidak dapat diukur, tetapi perubahan entalpi yang menyertai sistem dapat ditentukan.

Entropi ialah Mengacu pada hukum kedua termodinamika, istilah entropi digunakan untuk menyatakan banyaknya energi dalam sistem yang tidak bisa diubah menjadi usaha. Entropi atau lebih tepat disebut perubahan entropi dilambangkan dengan S dan memiliki satuan kJ/kg.K.

Untuk mendapatkan nilai energi dari pemanfaatan gas buang sterilizer memerlukan beberapa data :

Tabel 2. Data superheated vapor

Suhu °C	Volume (m ³ /kg)	Energi (kJ/kg)	Entalpi (kJ/kg)	Entropi (kJ/kg.K)
Sat.	0.0800	2602.1	2801.9	6.256
250	0.0871	2663.3	2880.9	6.411
300	0.0989	2762.2	3009.6	6.646
350	0.1098	2852.5	3127.0	6.842
400	0.1201	2939.8	3240.1	7.017
450	0.1302	3026.2	3351.6	7.177
500	0.1400	3112.8	3462.7	7.325
600	0.1593	3288.5	3686.8	7.598
700	0.1784	3469.3	3915.2	7.846
800	0.1972	3656.2	4149.2	8.074
900	0.2160	3849.4	4386.3	8.288
1000	0.2347	4048.9	4635.6	8.490

Pada tabel 2 di atas merupakan data *superheated vapor* yang di gunakan untuk

mencari nilai entalpi dan entropi yang akan di gunakan pada penelitian ini.

Tabel 3. Data Saturation

Pressure MPa	Entalpi			Entropi		
	hf	hfg	hg	sf	sfg	sg
0.3	561.4	2163.5	2724.9	1.6717	5.3199	6.9916
0.4	604.7	2133.4	2738.1	1.7765	5.1190	6.8955

Pada tabel 3 di atas merupakan data *saturation* yang di gunakan untuk mencari nilai entalpi dan entropi yang akan di gunakan pada penelitian ini.

4.1 Data Hasil Perhitungan

Untuk mendapatkan nilai energi *high pressure* turbin dengan siklus rangkine dilakukan dengan terlebih dahulu mendapatkan nilai entalpi dan entropi dari tabel superheated dan saturated.

Mencari nilai kerja *high pressure* turbin:

Dengan temperatur input 350 °C, tekanan 25 bar (*superheater*), dan laju aliran massa 3 kg/s dengan mendapatkan nilai entalpy dan entropi pada tabel vapor.

Entalpi uap masuk turbin $h_1 = 3127,0$ kJ/kg

Entropi uap masuk turbin $S_1 = 6,842$ kJ/kg.K

Entropi, $S_1 = S_2$

Kemudian dari tabel uap jenuh atau tabel 3 di atas, pada tekanan 0,4 bar (40 KPa) di dapat: (saturated)

Kemudian Fraksi (kadar) uap (X) dapat di hitung:

$$X = \frac{s_2 - sf_2}{sf g_2} = \frac{6,842 - 1,7765}{5,1190} = 0,9895$$

Artinya kadar uap kering yang keluar dari boiler menuju turbin adalah 98,95 % atau fluida yang keluar dari boiler 98,95 % berupa uap dan 1,05 % cair.

$$X = \frac{h_2 - hf_2}{hf g_2}$$

$$0,9895 = \frac{h_2 - 604,7}{2133,4}$$

$$h_2 = (0,9895 \times 2133,4) + 604,7$$

$$= 2715,6993 \text{ kJ/kg}$$

Kemudian, setelah didapatkan nilai h_2 menentukan nilai kerja *high pressure* turbin dengan rumus:

$$W = h_1 - h_2$$

$$W = 3127,0 - 2715,69$$

$$= 411,31 \text{ kJ/kg}$$

$$W_T = W \times \dot{m}$$

$$= 411,31 \times 3$$

$$= 1233,93 \text{ KW}$$

$$P_T = 1,2 \text{ MW}$$

Dari hasil perhitungan didapat nilai energi dari kerja *high pressure* turbin sebesar 1233,93 KW, kerja *low pressure* turbin 1389,36 KW, dan kerja *sterilizer* sebesar 715,5 KW. Energi listrik yang dihasilkan *high pressure* turbin sebesar 1,2 MW, dan energi listrik yang dapat dihasilkan *low pressure* turbin sebesar 1,3 MW. Dari hasil

analisa dapat disimpulkan bahwa energi listrik yang dihasilkan dari pemanfaatan gas buang meningkat 0,1 MW. Efisiensi termal sistem bertambah sebesar 6%.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan analisa yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa hasil perhitungan didapat nilai energi dari kerja *high pressure* turbin sebesar 1233,93 KW, kerja *low pressure* turbin 1389,36 KW, dan kerja *sterilizer* sebesar 715,5 KW. Energi listrik yang dihasilkan *high pressure* turbin sebesar 1,2 MW, dan energi listrik yang dapat dihasilkan *low pressure* turbin sebesar 1,3 MW. Efisiensi termal *high pressure* turbin sebesar 48,64%, dan efisiensi termal *low pressure* turbin sebesar 54,84%. Dari hasil analisa dapat disimpulkan bahwa energi listrik yang dihasilkan oleh turbin dari pemanfaatan gas buang meningkat 0,1 MW. Dan efisiensi termal meningkat 6,2%.

DAFTAR PUSTAKA

- Sitepu Tekad (2011). *Analisa Kebutuhan Uap Pada Sterilizer Pabrik Kelapa Sawit Dengan Lama Perebusan 90 Menit*. Jurnal Jurusan Teknik Mesin Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Subiyanto, S (2014). *Pemilihan Teknologi Sterilizer Pada Pabrik Kelapa Sawit Menggunakan Metode Analytical Heirarchy process*. Jurnal Jurusan Teknik Industri Tangerang Selatan, Banten.
- Hidayati Dian (2016). *Thermal Analysis Of Crude Palm Oil Sterilizer At PT. Boma Bisma Indra*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya, Jawa Timur.
- Naibaho, P.M (1998). *Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit*. Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan.
- Sinaga Pandapotan Rodo (2009). *Analisa Kebutuhan Uap Pada Stasiun Perebusan (Sterilizer) Untuk Pabrik Kelapa Sawit Kapasitas Olah 30 Ton TBS Per Jam*. Program Studi Pengolahan Hasil Perkebunan Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Agribisnis Perkebunan, Medan.
- Angkat, M (1996). *Manajemen Pengolahan Kelapa Sawit*. LPP Kampus Medan, Sumatra Utara.
- Sulaiman dan Randa RM (2018). *Pengaruh Temperatur Terhadap Efisiensi Dan Kualitas Minyak Yang Di Hasilkan*. Teknologi Industri Institut Teknologi Padang, Sumatra Barat.
- Sunarwo, Supriyo (2015). *Analisa Heat Rate Pada Turbin Uap Berdasarkan Performance Test PLTU Tanjung Jati Unit*. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang.

Simatupang Eriktus Ben (2016). *Analisa Pemakaian Air Heater Sumber Panas Gas Buang Terhadap Peningkatan Efisiensi Multifuel Boiler*. Departemen Teknik Mesin Universitas Sumatra Utara, Medan.

Pintoro Andrianto dan Siregar Husein Achmad (2019). *Analisa Performansi Pembangkit Listrik Siklus Rankine Organik Sedehana Sumber Panas Uap Gheothermal Berkualitas Rendah*. Departemen Teknik Mesin Universitas Sumatra Utara, Medan.