

KINERJA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP (PLTU) BERDASARKAN PEMANFAATAN LIMBAH PADAT KELAPA SAWIT PADA PABRIK PT. RAMA JAYA PRAMUKTI

Arum Palaka¹⁾, Suwitno²⁾, Noveri Lysbetti Marpaung³⁾

^{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 28293

Email: Arumpalaka3662@student.unri.ac.id; Suwitnod@yahoo.co.id; Noverim@yahoo.com

ABSTRACT

The other processed product of palm oil mills (POM) is Palm Biomass Solid waste. This waste is massive produced and capable to be used as the energy source of electrical power. This research analyzes the conversion of biomass waste as the fuel fired steam power plant in POM owned by PT. Ramajaya Pramukti located at Kampar, Riau Province. This POM has production capacity of 60 tons / hour. The type of data used in this analysis is secondary data which includes data on fresh fruit bunches (FFB) as well as waste produced by the POM. In January 2017, the POM process 20.722,799 tons of FFB and produce 1.191,561 tons of shells and 2.590,349 tons of fiber. The lowest process of FFB in 2017 occurred in June at 12.363,807 tons which produces 710,918 tons of shells and 1.545,475 tons of fiber. The results of this research shows that calculation of the potential conversion of palm biomass by PT. Ramajaya Pramukti that can be used as energy for steam power plant to generate electrical power is 23.09 MWh in January 2017 and 12.004 MWh in June 2017.

Key words: PLTU, Biomass, Electricity Palm Oil Mill

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik semakin lama semakin meningkat serta semakin krisisnya bahan bakar fosil menjadikan limbah Kelapa Sawit ini memiliki prioritas utama untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi. Energi yang dihasilkan dari limbah biomassa pabrik Kelapa Sawit ini juga cukup tinggi. Pemanfaatan limbah biomassa kelapa sawit ini juga akan mengembangkan sumber energi *alternative* yang bersifat *renewable energy*.

I.1 Teori Dasar

I.1.1 Siklus Rankine

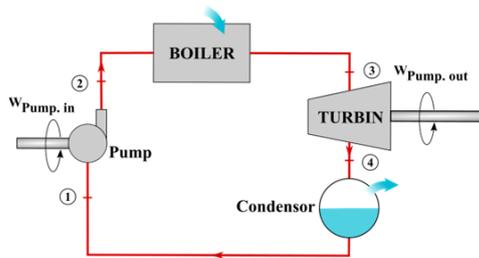
Siklus Rankine adalah sebuah siklus yang mengkonversi energi panas menjadi energi gerak. Sistem kerja pada Siklus Rankine, panas disuplay secara eksternal pada aliran tertutup, yang biasanya menggunakan air sebagai fluida yang bergerak. Fluida yang digunakan akan mengalir secara konstan. Aliran fluida terjadi karena adanya masukan panas eksternal dan akan terjadi perubahan tekanan dalam aliran.

I.2. Cara kerja siklus rankine

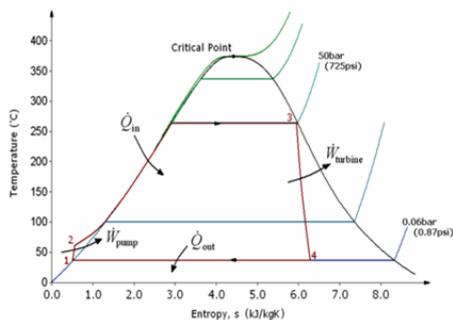
Siklus Rankine terdiri dari empat komponen dasar yaitu *Boiler*, *Turbin*, *Kondenser* dan *Pump*

(pompa). *Boiler* berfungsi sebagai tempat penampungan air yang juga akan dikonversi menjadi uap kerja. *Turbin* berfungsi sebagai alat yang mengkonversi uap kerja menjadi energi gerak. *Kondensor* berfungsi sebagai tempat mengkonversikan uap yang telah digunakan menggerakkan *Turbin* menjadi air kembali. *Pompa* berfungsi memindahkan air dari *Kondensor* ke dalam *Boiler* untuk dipanaskan ulang oleh *Boiler* menjadi uap.

Uap tekanan rendah dari turbin uap mengalir ke *Kondensor*. Di dalam *Kondensor*, uap didinginkan dengan media pendingin air hingga berubah fase menjadi air. Kemudian air ditampung di dalam tangki dan dipisahkan dari gas-gas yang tersisa dan siap untuk dipompa ke dalam boiler oleh pompa pengisi boiler. Rangkaian siklus rankine dan diagram T-s dapat dilihat pada gambar 1 gambar 2 berikut ini:



Gambar 1 Siklus Rankine Ideal



Gambar 2 Grafik T-s Siklus Rankine

II.METODOLOGI

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan melakukan pengumpulan data-data dari lapangan, Perhitungan dan analisis data untuk mendapatkan kesimpulan.

Gambar 3 boiler dan Turbin Uap pada PKS



(PT.Ramajaya Pramukti, 2019)

Metode Analisis Data

Dari data kuantitatif yang dihasilkan baik data primer dari hasil pengujian maupun data sekunder dari data kinerja pabrik, selanjutnya dianalisis secara kuantitatif untuk mendapatkan nilai potensi energi listrik yang dapat dibangkitkan dari limbah Biomassa PKS Rama Jaya Pramukti.

Tabel TBS Olah dan debit limbah pada tahun 2017

Bulan	Tbs Olah (Ton)	Serat (Ton)	Cangkang (Ton)	Jam Olah
Total	219.295,326	27.411,909	12.609,474	5467

Sumber: PT. Ramajaya Pramukti

Perhitungan kapasitas pabrik menggunakan data TBS terolah, hari olah dianggap selama 24 jam mengikuti kinerja pembangkit listrik. Pada tahun 2017 kapasitas olah.

$$\text{Kapasitas} \frac{\text{ton}}{\text{jam}} = \frac{\text{TBS Terolah}}{(\text{Jam olah})}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proyeksi Produksi

Data neraca massa didapatkan dari data pengolahan yang ada di PKS Ramajaya Pramukti. Data 2 tahun terakhir selanjutnya dianalisis untuk mendapatkan rata-rata komposisi produk dari PKS Ramajaya Pramukti. Pada bulan Januari 2017 PKS PT. Ramajaya Pramukti mengolah 20.722,799ton TBS dan pengolahan TBS terendah pada tahun 2017 terjadi pada bulan Juni yaitu sebesar 12.363,807. Berdasarkan data pengolahan tersebut neraca masa untuk satu ton TBS adalah sebesar 12.5% untuk fiber, 5.75% cangkang, 22% tandan kosong dan POME 55%.

Analisis Potensi Pembangkit listrik

Berdasarkan data produksi pabrik, maka rata-rata kapasitas produksi sebesar 58,70 ton/jam. Dengan analisis neraca massa didapatkan rata-rata cangkang dan serat/fiber sebesar 5.75% dan 12.5% dari total TBS terolah, maka didapat 3,375 ton/jam cangkang dan 7,337 ton/jam fiber

Tabel Kandungan Kalor Limbah Biomassa Kelapa Sawit

Bahan Biomassa	Rata-rata Nilai Kalor (Kj/Kg)	Kisaran (Kj/Kg)
Serat / Fiber	19.055	18.800 – 19.580
Cangkang	20.093	19.500 – 20.750

(Goenadi,2008)

Energi yang dihasilkan menjadi :

$$\begin{aligned}\text{Serat/fiber} &= 7,337 \text{ ton/jam} \times 19.055 \text{ kJ/kg} \\ &= 139.806.535 \text{ kJ/jam} \times 0.000278 \text{ kW/h} \\ &= 38.866,216 \text{ kW}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Cangkang} &= 3,375 \text{ ton/jam} \times 20.093 \text{ kJ/kg} \\ &= 67.813.875 \text{ kJ/jam} \times 0.000278 \text{ kW/h} \\ &= 18.852,257 \text{ kW}\end{aligned}$$

Konversi dari kJ menjadi kW thermal adalah 0.000278 kW/h.

Dengan asumsi efisiensi generator berkisar antara 40%, maka potensi energi listrik dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Potensi Energi} &= \text{Energi kalor} \times \eta_{\text{generator}} \\ &= 57.718,491 \text{ kWh} \times 40\% \\ &= 23,09 \text{ MWh}\end{aligned}$$

Pada bulan Januari 2017 PKS PT. Ramajaya Pramukti mengolah 20.722,799 ton TBS dengan menghasilkan sebesar 1.191,561 ton cangkang dan 2.590,349 ton serat/fiber dapat membangkitkan daya listrik sebesar 23,09 MWh.

Efisiensi Boiler.

Untuk efisiensi boiler pada bulan januari 2017 didapatkan :

$$\eta = \frac{16785(3299,56 - 217,7)}{86.876.181} \times 100\%$$

$$\eta = 0,6 \times 100\%$$

$$\eta = 60 \%$$

Efisiensi isentropis Turbin Uap

Untuk efisiensi isentropis turbin uap didapat.

$$\eta_s = \frac{(h_3 - h_4)}{(h_3 - h_{4s})} \times 100\%$$

Enthalpi isentropik adalah enthalpy pada saat uap keluar turbin dengan kondisi isentropik pada tekanan vacuum 3,1 bar, yaitu sebesar 2160,49 kJ/kg.maka didapat :

$$\eta_s = \frac{(3299,56 - 2508,1)}{(3299,56 - 2160,49)} \times 100\%$$

$$\eta_s = \frac{(791,46)}{(1139,07)} \times 100\%$$

$$\eta_s = 0,69 \times 100\%$$

$$\eta_s = 69\%$$

Efisiensi Generator

Efisiensi generator pada bulan januari tahun 2017 addalah sebesar :

$$P = WT \times \eta_{\text{gen}}$$

$$\eta_{\text{gen}} = \frac{P}{WT} \times 100\%$$

$$\eta_{\text{gen}} = \frac{1.039,912}{3.667,462} \times 100\%$$

$$\eta_{\text{gen}} = 0,28 \times 100\%$$

$$\eta_{\text{gen}} = 28\%$$

Kesimpulan

1. Pt.Ramajaaya Pramukti merupakan PKS berkapasitas 60 ton/jam.
2. Pada bulan januari 2017 PKS mengolah 20.722,799 ton TBS dan menghasilkan 1.191,561 ton cangkang dan 2.590,349 ton serat/fiber.
3. Potensi pembangkitan yang dapat dihasilkan dari bahan bakar cangkang dan fiber sebesar 23,09 MWh.
4. Efisiensi boiler yang didapat pada bulan januari 2017 sebesar 54%.
5. Efisiensi isentropis turbin uap pada PLTU di PKS sebesar 57%.
6. Efisiensi generator yang didapat pada bulan januari 2017 sebesar 40%.

DAFTAR PUSTAKA

- Yunus A. Cengel and Michael A. Boles, 2015. "Thermodynamics: An Engineering Approach" Eighth Edition.
- Agus Dwi Putra, 2016. Studi Potensi Limbah Biomassa Kelapa Sawit Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Uap (Pltu) Di Pt. Perkebunan Nusantara Xiii Pks Parindu, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Skripsi
- Harris; aman, S.; Mahmudsyah, S. 2013. *Studi Pemanfaatan Limbah Padat dari Perkebunan Kelapa Sawit pada PLTU 6 MW di Bangka Belitung*, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh November (ITS). JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 2, No. 1