



Analisis Ketercapaian Kebutuhan Uap untuk Daya Listrik dan Produktivitas Pengolahan Kelapa Sawit pada Pabrik Kelapa Sawit (PKS)

Jatmiko Edi Siswanto^a, Erna Rahayu^b

^a Program Studi Teknik Mesin, STITEKNAS Jambi, Jl. Lintas Sumatra, Mendalo Darat, Kota Jambi, Jambi 36361

^b Program Studi Teknik Industri STITEKNAS Jambi, Jl. Lintas Sumatra, Mendalo Darat, Kota Jambi, Jambi 36361

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima 19 September 23

Diterima setelah direvisi 12 Oktober 23

Disetujui 11 Desember 23

Abstract- Boilers have an important role in the steam production process, where the steam will be used to drive steam turbines and generators to produce electrical energy for factory needs and the steam output from the turbine is used for the processing process. Based on the tests and calculations and discussions carried out in the research that has been carried out, it can be concluded It can be concluded that the steam requirement for turbine operations to produce actual power of 1200 kW is 25,200 kg of steam. The steam requirement for processing palm oil with a capacity of 45 tons of FFB/hour is 21,600 kg of steam/hour. The average steam flow produced by a boiler operating a boiler is 31,000 Kg steam/hour. The operation of the boiler as a turbine generator with a power of 1200 Watts is safe because the boiler steam production is greater than the power used for the turbine generator, which is 25,200 Kg of steam and what the boiler produces is 31,000 Kg of steam/hour, there is a difference of 5,800 Kg of steam/hour. Operation of the boiler as a production target with a capacity of 45 tons of FFB/hour is safe because the boiler steam production is greater than the steam requirement for the production target, namely 31,000 kg of steam/hour produced by the boiler and 21,600 kg of steam/hour used in the production target process, there is a difference of 9,400 kg. steam/hour.

Kata kunci:

Water tube boiler

Produktivitas

Daya listrik

Intisari- Boiler mempunyai peranan penting dalam proses produksi uap, dimana uap akan digunakan untuk menggerakkan turbin uap dan generator sebagai penghasil energi listrik untuk kebutuhan pabrik dan uap keluaran turbin digunakan untuk proses pengolahan. Berdasarkan pengujian dan perhitungan dan pembahasan yang dilakukan pada penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan Kebutuhan uap untuk operasional turbin agar dapat menghasilkan daya aktual sebesar 1200 kw Adalah sebesar 25.200 Kg uap . Kebutuhan uap untuk pengolahan kelapa sawit berkapasitas 45 Ton TBS/Jam adalah 21.600 Kg uap/jam. Debit uap rata-rata yang dihasilkan oleh boiler pengoperasian boiler adalah sebesar 31.000 Kg uap/jam. Pengoperasian boiler sebagai pembangkit turbin dengan daya 1200 Watt aman karena produksi uap boiler lebih besar dari daya yang digunakan untuk pembangkit turbin yaitu sebesar 25.200 Kg uap dan yang dihasilkan boiler sebesar 31.000 Kg uap/jam terdapat selisih 5.800 Kg uap/jam. Pengoperasian boiler sebagai Target Produksi berkapasitas 45 ton TBS/jam aman karena produksi uap boiler lebih besar dari kebutuhan uap untuk target produksi yaitu sebesar 31.000 Kg uap/jam yang dihasilkan boiler dan sebesar 21.600 Kg uap/jam Yang digunakan proses target produksi terdapat selisih 9.400 Kg uap/jam.

* Corresponding Author:

E-mail: jatmikoedis@gmail.com (Jatmiko Edi Siswanto)

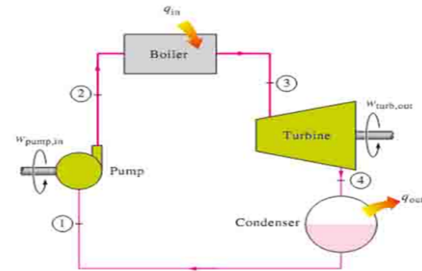
1. Pendahuluan

Boiler adalah suatu peralatan yang sangat vital dalam proses produksi Pabrik Kelapa sawit PKS sebagai penghasil uap peregangan dan pembangkit tenaga listrik dan secara teknis adalah sebagai peregangan bejana tertutup dimana panas pembakaran dialirkan ke air sampai terbentuk air panas atau steam. Air panas atau steam pada tekanan tertentu kemudian digunakan untuk mengalirkan panas ke suatu proses. Air adalah media yang berguna dan murah untuk mengalirkan panas ke suatu proses. Sistem boiler terdiri dari: sistem air umpan, sistem steam dan sistem bahan bakar. Sistem air umpan menyediakan air untuk boiler secara otomatis sesuai dengan kebutuhan steam. Sistem steam mengumpulkan dan mengontrol produksi steam dalam boiler. Steam dialirkan melalui sistem pemipaan ke titik pengguna. Sistem bahan bakar adalah semua peralatan yang digunakan untuk menyediakan bahan bakar untuk menghasilkan panas yang dibutuhkan. Peralatan yang diperlukan pada sistem bahan bakar tergantung pada jenis bahan bakar yang digunakan pada sistem. Air yang disuplai ke boiler untuk dirubah menjadi steam disebut air umpan. Dua sumber air umpan adalah kondensat atau steam yang mengembun yang kembali dari proses dan air makeup (air baku yang sudah diolah) yang harus diumpangkan dari luar ruang boiler. Untuk mendapatkan efisiensi boiler yang lebih tinggi, digunakan economizer untuk memanaskan awal air umpan menggunakan limbah panas pada gas buang. Sesuai hal diatas perlu adanya Analisa produktifitas uap boiler terhadap ketercapaian target produksi PKS dan negeri listriknya.

1.1 Siklus Rankine

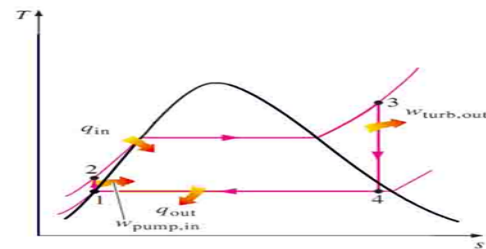
Siklus Rankine adalah siklus teoritis yang mendasari siklus kerja dari suatu pembangkit daya uap. Siklus Rankine berbeda dengan siklus-siklus udara ditinjau dari fluida kerjanya yang mengalami perubahan fase selama siklus pada saat evaporasi dan kondensasi, oleh karena itu fluida kerja untuk siklus Rankine harus merupakan uap. (Cengel Yunus A).

Siklus Rankine pada gambar.1, ideal tidak melibatkan beberapa masalah irreversibilitas internal. Irreversibilitas internal dihasilkan dari gesekan fluida, throttling, dan pencampuran, yang paling penting adalah irreversibilitas dalam turbin dan pompa dan kerugian-kerugian tekanan dalam penukar-penukar panas, pipa-pipa, bengkokan-bengkokan, dan katup-katup. Temperatur air sedikit meningkat selama proses kompresi isentropik karena ada penurunan kecil dari volume jenis air, air masuk boiler sebagai cairan kompresi pada kondisi 2 dan meninggalkan boiler sebagai uap kering pada kondisi 3 yang dapat dilihat pada gambar.2, Boiler pada dasarnya penukar kalor yang besar dimana sumber panas dari pembakaran gas, atau sumber yang lain ditransfer secara esensial ke air pada tekanan konstan. Uap superheater pada kondisi ke 3 masuk ke turbin yang mana uap diekspansikan secara isentropik dan menghasilkan kerja oleh putaran poros yang dihubungkan pada generator listrik.



Gambar.1 Siklus Rankine

Temperatur dan tekanan uap jatuh selama proses ini mencapai titik 4, dimana uap masuk ke kondensor dan pada kondisi ini uap biasanya merupakan campuran cairan-uap jenuh dengan kualitas tinggi. Uap dikondensasikan pada tekanan konstan di dalam kondensor yang merupakan alat penukar kalor mengeluarkan panas ke medium pendingin. Uap panas lanjut dari ketel memasuki turbin, setelah melalui beberapa tingkatan sudu turbin, sebagian uap diekstraksikan ke deaerator, sedangkan sisanya masuk ke kondensor dan dikondensasikan didalam kondensor. Selanjutnya air dari kondensor dipompakan ke deaerator juga. Di dalam deaerator, uap yang berasal dari turbin yang berupa uap basah bercampur dengan air yang berasal dari kondensor. Kemudian dari deaerator dipompakan kembali ke ketel, dari ketel ini air yang sudah menjadi uap kering dialirkan kembali lewat turbin. Tujuan uap diekstraksikan ke deaerator adalah untuk membuang gas-gas yang tidak terkondensasi sehingga pemanasan pada ketel dapat berlangsung efektif, mencegah korosi pada ketel, dan meningkatkan efisiensi siklus. Untuk mempermudah penganalisaan siklus termodinamika ini, proses-proses tersebut di atas disederhanakan dalam bentuk diagram berikut Gambar. 2.:



Gambar. 2. Diagram T-s siklus Rankine

1.2 Termodinamika

Hukum hukum termodinamika terdapat hukum dasar yang berlaku di dalam sistem termodinamika, yaitu :

A. Hukum ke '0' Termodinamika

Termodinamika adalah ilmu tentang energi, yang membahas hubungan antara panas dan kerja, Energi dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk lain baik secara alami maupun hasil rekayasa. Termodinamika adalah suatu energi yang bisa dirubah dari satu bentuk menjadi bentuk lain tanpa ada pengurangan atau penambahan. Prinsip termodinamika ini disebut sebagai prinsip konservasi atau kekekalan energi. dalam kehidupan manusia sehari-harinya membutuhkan energi. Dalam setiap harinya membutuhkan energi salah satu contohnya energi panas. Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan maka berkembang juga berbagai teknologi, berbagai macam-macam bentuk renovasi mekanisme bertujuan membantu manusia dalam menjalankan kegiatan sehari-harinya. Misalnya

mesin-mesin transportasi darat, laut, maupun udara merupakan contoh yang sangat di kenal dari mesin konversi energi, yang merubah energi kimia dalam bahan bakar atau sumber energi lain menjadi energi mekanis dalam bentuk gerak atau perpindahan di atas permukaan bumi, bahkan sampai ke luar angkasa

B. Hukum Pertama Termodinamika

Hukum pertama termodinamika merupakan hukum konservasi energibahwa untuk setiap sistem tertutup yang membentuk satu siklus, jumlah *netto* kerja yang diberikan ke sekeliling sistem adalah sebanding dengan jumlah *netto* kalor yang diambil dari sistem pertambahan energi kinetik dan energi potensial, akibat dari gaya luar seperti gaya gravitasi dan lain- lain.

C. Hukum Kedua Termodinamika.

Hukum kedua termodinamika menyatakan perbedaan kualitas diantara dua bentuk energi dalam suatu siklus, kerja diberikan kepada sekeliling dengan imbalan pengambilan kalor dari sekeliling oleh sistem, tetapi besarnya kerja yang dihasilkan tidak sama dengan besarnya kalor yang diambil. Berarti bahwa kerja yang dihasilkan selalu lebih kecil dari kalor yang diserap, sehingga efisiensi suatu siklus termodinamika selalu kurang dari 100%.Hukum kedua menyatakan bahwa untuk mendapatkan sejumlah kerja dari suatu siklus, maka kalor yang harus diberikan kepada sistem selalu lebih besar.Satu kesimpulan penting dari hukum kedua termodinamika adalah suatu sistem yang bekerja sebagai suatu siklus tidak dapat memindahkan kalor dari bagian yang bertemperatur lebih rendah ke bagian yang bertemperatur lebih tinggi, tanpa penambahan kerja pada sistem oleh sekelilingnya. (Budiarjo)

Entropi

Pengertian lain yang dihasilkan oleh hukum kedua termodinamika ialah salah satu peranan penting, yaitu entropi. Suatu kesimpulan dari hukum kedua termodinamika adalah pada suatu sistem tertutup yang mengalami proses-proses reversibel akan terdapat perubahan nilai sifat dari tingkat keadaan 1 ke tingkat keadaan 2.

Sifat-Sifat Termodinamika

Berbagai sifat termodinamika itu tidak semuanya dapat di tentukan dengan menentukan harga dari beberapa sifat termodinamik saja. Nanti akan di kembangkan suatu aturan mengenai beberapa banyaknya sifat yang harus di ketahui untuk menerapkan tingkat keadaan termodinamika, dalam berbagai bab 1 yang akan digunakan teori termodinamika dilakukannya variabel dengan bebas, oleh karna itu tingkat keadaan termodinamika prediksi terhadap cara plasma tersebut mendekati keseimbangannya. Dengan berbagi-bagi sistem itu seperti tadi dibahas, berbagai tingkat keadaannya dapat dihitung dengan mengetahui sifat-sifat keseimbangan setiap bagiannya.

Efisiensi Boiler

Efisien adalah suatu ukuran yang merupakan perbandingan antara kalor yang berguna (*netto*) terhadap kalor yang diberikan pada turbin dengan siklus tertutup (Gambar 2.) sejumlah fluida kerja tetap dipergunakan terus-menerus.

Berbeda dengan pembangkit daya siklus terbuka,fluida kerja melewati sebuah alat pemindah kalor yang mendinginkan fluida kerja tersebut mencapai suhu Kembali dari gambar diatas dapt diuraikan sebagai berikut:

4 - 5 Proses pemanasan air dengan tekanan konstan sampai mendidih pada titik f. titik f.

5 - 6 Proses pembentukan uap dengan tekanan suhu tetap (proses isotermis dan isobar) sampai menjadi uap jenuh pada titik G.

6 - 1 Proses pembentukan uap kering dengan suhu tinggi denga tekanan konstan melalui pemanas lanjut.

1 - 2 Proses terlaksana kerja sehingga tekanan dan suhu menurun secara tajam melalui proses adaiabatis (isintropik).

2 - 3 Proses kondensasi dari fase uap menjadi air (cairan) dengan tekanan dan suhu konstan dengan alat kondesor.

3 - 4 Pemompaan air kembali didalam ketel yang memerlukan sidekit kerja

Bila

$$W = \text{kerja turbin} - \text{kerja untuk pomp} \\ = (h_1 - h_2) - (h_4 - h_3) \quad (\text{ Budiarjo})$$

Kalor yang diberikan dalam ketel uap

$$q = (h_1 - h_3)$$

Efisiensi panas

$$\eta = \frac{w}{q} \\ = \frac{(h_1 - h_2) - (h_4 - h_3)}{(h_1 - h_3)}$$

Kerja Turbin

$$\frac{wt}{m} = h1 - h2$$

Dimana m menunjukkan laju aliran massa fluida kerja dan $\frac{wt}{m}$ adalah laju kerja turbin yang dibangkitkan per unit massa uap.

Pada Kondensor

$$\frac{Qk}{m} = h2 - h3$$

dimana $\frac{Qk}{m}$ adalah laju anergi yang ditransfer oleh panas dari fluida kerja ke air pendingin per unit massa fluida kerja melalui kondensor.

Kerja Pompa

$$\frac{wp}{m} = h4 - h3$$

dimana $\frac{wp}{m}$ adalah laju anergi Cairan kondensat meninggalkan kondensor dipompa dari tekanan kondensor ke tekanan boiler

Energi Masuk

$$\frac{Qm}{m} = h1 - h4$$

dimana $\frac{Qm}{m}$ adalah laju anergi perpindahan kalor dari sumber energy ke fluida kerja didalam Boiler.

Efisiensi Thermal

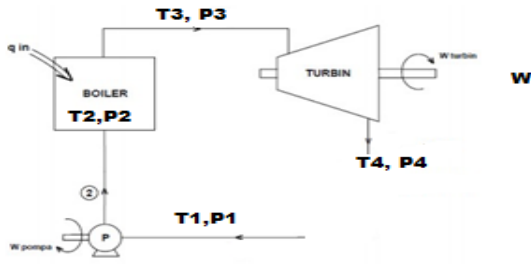
$$\eta_{th} = \frac{wt/m - wp/m}{qm/m} = \frac{(h1-h2)-(h4-h3)}{(h1-h4)}$$

η_{th} = adalah efisiensi thermal pada siklus pembangkit tenaga uap.

2. METODOLOGI

Proses Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data dilakukan dengan cara mengambil parameter-parameter pada kondisi yang berbeda-beda. Untuk sample pengambilan data di lakukan dengan mengambil lima sample temperatur yang berbeda untuk mengetahui seberapa besar pengaruh temperatur superheted terhadap performa turbin (Jatmiko)



Gambar 3. Layout pengambilan data

Parameter-parameter yang di butuhkan antara lain:

- P_1 = Tekanan masuk pompa (bar)
- T_1 = Temperatur air umpan °C
- P_2 = Tekanan Keluar Pompa (bar)
- T_2 = Temperatur dalam boiler (°C)
- P_3 = Tekanan Superheated (bar)
- T_3 = Temperatur steam superheated °C
- P_4 = Tekanan Keluar turbin (bar)
- T_4 = Temperatur keluar turbin (°C)
- W = Daya Generator
- $\dot{m}F$ = massa laju aliran bahan bakar (kg/s)
- LHV = Bahan bakar boiler (kcal/kg).

Alat ukur yang dipakai dalam proses pembacaan :

1. Pressure gauge : untudata tekanan (bar)
2. Termometer : untuk data temperature(°C)
3. KWmeter : Untuk data daya) kW)

Dari data yang diambil tersebut penyusun dapat mengolah data untuk mengidentifikasi adanya pengaruh temperatur terhadap performa turbin

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Pengujian

Setelah dilakukan penelitian dan pengambilan data operasional pembangkit tenaga uap Boiler di industri Pabrik Kelapa Sawit didapat data-data yang dapat dilihat pada Tabel.1 dan tabel.3 Sedangkan data standart operasional Manual perusahaan dapat disajikan pada tabel.2

Tabel 1 . Rekap. Data Operasional Power Plant

Data Ke	Tanggal	Pompa		Boiler	Super heated	Generator
		Temperatur (°C)	Tekanan (Bar)	Tekanan (Bar)	Temperatur (°C)	
		T1	P1	P2	T3	KW
1	6/12/2022	96.11	1.5	29.08	329.56	611.11
2	7/12/2022	96.11	1.5	27.79	320.11	536.11
3	8/12/2022	95.56	1.5	28.93	326.44	608.33
4	9/12/2022	96.11	1.5	26.03	332.89	630.56
5	10/12/2022	99.44	1.5	26.36	344.44	544.44
	Rata-rata	96.67	1.5	27.64	330.69	586.11

Data standart operasional Manual perusahaan Nilai kalor bahan bakar boiler N1000 PT.PETALING MANDRAGUNA pada Tabel 3. Data Operasional Standart Nilai kalor dan bahan bakar Boiler berikut

Tabel 2.Data Operasional Standart Boiler

Data data	Nilai
Fiber	= 2710 Kkal/Kg
Cangkang	= 4120 Kkal/Kg
SCC	= 21 Kg uap/Kw
Kebutuhan uap/TonTBS	= 480 Kg uap/Ton TBS
Gbb	= 8550 kg/jam
NO	= 3161 kkal/kg
Effisiensi boiler	= 73 %

Perhitungan Peforma Boiler

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

$$N = \text{Kapasitas pabrik} \times \text{kebutuhan uap/Ton TBS}$$

Keterangan :

N : Total kebutuhan uap proses (Kg uap/jam)

Kapasitas pabrik : Kapasitas pabrik (Ton TBS/jam)

Kebutuhan uap : Kebutuhan uap (Kg uap/Ton TBS)

Menghitung kebutuhan uap turbin menggunakan

persamaan sebagai berikut:

$$\text{Kebutuhan uap} = W \times \text{SSC}$$

Keterangan :

Kebutuhan uap : Kebutuhan uap (Kg uap/Ton TBS)

W : Daya aktual turbin (Kw)

SSC : Steam Specific Consumption (Kg uap/Kw)

Menghitung jumlah massa bahan bakar yang digunakan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Gbb = Ms + Mc$$

Keterangan :

Gbb : massa bahan bakar (Kg/jam)

Ms : massa fiber (kg/jam)

Mc : massa cangkang (kg/jam)

Menghitung nilai kalor bahan bakar menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$NO = \frac{(\text{Rasio fiber} \times \text{Nilai kalor fiber}) + (\text{Rasio cangkang} \times \text{Nilai kalor cangkang})}{(\text{Rasio fiber} + \text{Rasio cangkang})}$$

Menghitung debit uap yang dihasilkan boiler dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\eta_{boiler} = \frac{Q \times (\Delta entalpi)}{Gbb \times NO}$$

Atau

$$Q = \frac{\eta_{boiler} \times Gbb \times NO}{h_{uap} - h_{air}}$$

Keterangan :

Q : Kapasitas boiler (Kg/jam)

η : Efisiensi boiler

Gbb : massa bahan bakar (Kg/jam)

NO : nilai kalor bahan bakar(Kkal/Kg)

h_{uap} : entalpi uap yang dihasilkan

h_{air} : entalpi air umpan

Menghitung debit uap yang dihasilkan boiler:

1).Perhitungan debit uap yang dihasilkan boiler pada Data rata rata hari 1

A. Mencari nilai entalpi air umpan (h_{air}) pada $T_{air} = 96,11 \text{ }^\circ\text{C}$, Maka (h_{air}) dapat di ketahui dengan melihat tabel A-4 Saturated water – Temperature tabel :

Maka digunakan interpolasi untuk mencari nilai h_{air}

$$h_{air} = h_a + \frac{(T - T_a)}{(T_b - T_a)} \times (h_b - h_a)$$

$$h_{air} = 398 \frac{Kj}{Kg} + \frac{(96,11 - 95)}{(100 - 95)} \times (419 - 389)Kj/Kg$$

$$h_{air} = 402,62 \text{ Kj/kg (96,2 Kkal/Kg)}$$

B. Mencari nilai entalpi uap (h_{uap}) pada $T_u = 330 \text{ }^\circ\text{C}$ dan $P_u = 29 \text{ Bar}$.maka h_{uap} dapat diketahui dengan melihat Tabel A-6 Superheated Water (Continued) :

Maka digunakan interpolasi untuk mencari nilai h_{uap} .

$$h_{uap} = h_a + \frac{(T - T_a)}{(T_b - T_a)} \times (h_b - h_a)$$

$$h_{uap} = 3043 \frac{Kj}{Kg} + \frac{(330 - 320)}{(360 - 320)} \times (3139 - 3043)Kj/Kg$$

$$h_{uap} = 3067 \text{ Kj/kg (733 Kkal/Kg)}$$

C. Perhitungan debit uap yang dihasilkan boiler dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

Diketahui :

- η boiler = 73%
- Gbb = 8550 Kg/Jam
- NO = 3161 Kkal/Kg
- h uap = 733 Kkal/Kg
- h air = 96,2 Kkal/Kg

Maka, digunakan persamaan sebagai berikut :

$$Q = \frac{\eta \text{ boiler} \times Gbb \times NO}{h_{uap} - h_{air}}$$

$$= \frac{(0,73) \times (8550 \text{ Kg/jam}) \times (3161 \text{ Kkal/Kg})}{(733 \text{ Kkal/kg}) - (96,2 \text{ Kkal/kg})}$$

$$= 30.982 \text{ Kg Uap/Jam.}$$

Tabel 3 Rekap perhitungan debit uap boiler

Tanggal Pengambilan Data	P	T	h_{air}	h_{uap}	Q
	(Bar)	($^\circ\text{C}$)	(Kkal/kg)	(Kkal/kg)	(Kg Uap/jam)
DATA 1	29	330	96,2	733	30.981
DATA 2	28	320	96,2	728,05	31.227
DATA 3	29	326	95,7	729,6	31.124
DATA 4	26	333	96,2	734,3	30.918
DATA 5	26	345	99,5	741	30.750

Kebutuhan uap untuk operasional turbin

Diketahui :

$$W = 1200 \text{ Kw}$$

$$SCC = 21 \text{ Kg uap/Kw}$$

Maka, digunakan persamaan sebagai berikut:

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan uap turbin} &= W \times SCC \\ &= 1200 \text{ Kw} \times 21 \text{ Kg uap/Kw} \\ &= 25.200 \text{ Kg uap} \end{aligned}$$

Kebutuhan uap untuk operasional pabrik

Diketahui:

$$\text{Kapasitas pabrik} = 45 \text{ Ton TBS/Jam}$$

$$\text{Kebutuhan uap/Ton TBS} = 480 \text{ Kg uap/TBS}$$

Maka, digunakan persamaan sebagai berikut:

Penyelesaian :

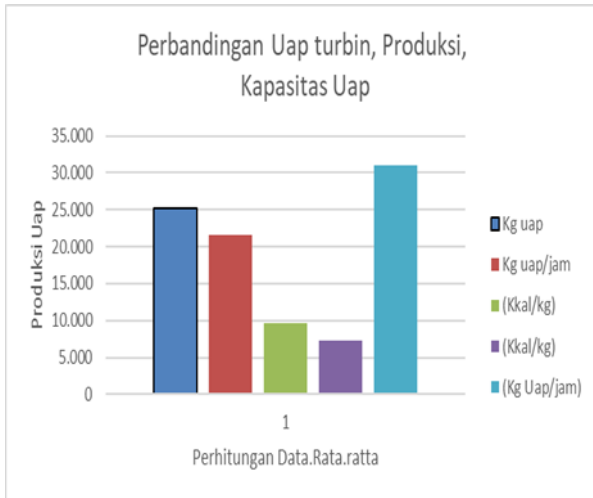
$$\begin{aligned} N &= \text{Kapasitas pabrik} \times \text{Kebutuhan uap/ton TBS} \\ &= 45 \text{ Ton TBS/Jam} \times 480 \text{ Kg uap/Ton TBS} \\ &= 21.600 \text{ Kg uap/jam} \end{aligned}$$

Dari spesifikasi turbin dengan daya luaran 1200 Wat dibutuhkan tenaga uap dengan jumlah tertentu sesuai perhitungan diatas , begitu juga dengan target boiler 45 Ton TBS /Jam , dimana hasil tersebut bisa dicapai dengan daya uap basah dan kering untuk mendapatkan kapasitas yang dapat dicapai .yang dapat ditunjukkan pada tabel.3.5 tersebut dibawah.

Tabel 4. Debit uap boiler, Kapasitas Produksi, Turbin

Pengambilan Data	1200 Watt Produksi, Turbin	45 Ton Tbs Produksi, Pabrik	h_{air}	h_{uap}	Q
	Kg uap	Kg uap/jam	(Kkal/kg)	(Kkal/kg)	(Kg Uap/jam)
DATA 1	25.200	21.600	96,2	733	30.981
DATA 2	25.200	21.600	96,2	728,05	31.227
DATA 3	25.200	21.600	95,7	729,6	31.124
DATA 4	25.200	21.600	96,2	734,3	30.918
DATA 5	25.200	21.600	99,5	741	30.750
Rata rata	25.200	21.600	96,9	733,2	31.000

Sesuai dengan perhitungan pada data uji ke.1 sampai data ke5 daya turbin untuk menggerakkan generator semua sama sebesar 1200 Watt dan memerlukan jumlah uap sebanyak 25.200 Kg uap, begitu juga untuk produksi pabrik 45 ton TBS/jam memerlukan uap sebesar 21.600 Kg uap/jam dan dari operasional boiler didapat rata rata sebesar 31.000 Kg uap/jam. Secara analisa dapat dilihat pada gambar 4 tersebut dibawah.



Gambar. 4. Perbandingan Uap Proses. Data Rata rata

Dari gambar 4 dapat diuraikan bahwa kapasitas uap yang dihasilkan 31.000 Kg uap/jam dan tenaga turbin 1200 kw membutuhkan 25.200 Kg uap uap data kapasitas lebih besar dan terdapat selisih 5.800 Kg uap/jam, Sedangkan untuk kapasitas pabrik 45 Tan TBS/ perjam membutuhkan uap 21.600 Kg uap/jam data kapasitas lebih besar dan terdapat selisih 9.400 Kg uap/jam.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan perhitungan dan pembahasan yang dilakukan pada uraian sebelumnya, maka dapat disimpulkan poin poin penting adalah sebagai berikut :

1. Kebutuhan uap untuk operasional turbin agar dapat menghasilkan daya aktual sebesar 1200 kw. adalah sebesar 25.200 Kg uap . dapat tercapai karena uap dan yang dihasilkan boiler sebesar 31.000 Kg uap/jam
2. Kebutuhan uap untuk pengolahan kelapa sawit berkapasitas 45 Ton TBS/Jam adalah 21.600 Kg uap/jam dapat tercapai karena Debit uap rata-rata yang dihasilkan oleh boiler pengoperasian boiler adalah sebesar 31.000 Kg uap/jam

Referensi

- 1) Cengel Yunus A. And Michael A. Boles . 2002. “Thermodynamics And Engineering Approach”. Third Edition. McGraw-Hill Inc.
- 2) Budiarjo, Imade Kartika D, Budiarso (Penerjemah), 1989. Buku Teks Termodinamika Terpakai, Teknik Uap Dan Panas. Universitas Indonesia
- 3) M J Djokosetyardjo, Ketel Uap, PT. Pradnya Paramita, 1993. Muin A. Syamsir. 1988. “Pesawat-pesawat Konversi Energi I (ketel Uap)”, Edisi Pertama, Penerbit CV. Rajawali, Jakarta.
- 4) Jatmiko. Siswanto, Edi “ Analisa Limbah Kelapa Sawit Sebagai Bahan Bakar Boiler Dengan Menggunakan Variasi Campuran Antara Fiber dan Cangkang Buah Sawit “ Journal of Electrical Power Control and Automation. 3(1), Juni 2020, 22-27.
- 5) Jatmiko Edi Siswanto dan Generousdi ”Analisa efisiensi water tube boiler berbahan bakar viber dan cangkang sawit “ Journal of Electrical Power Control and Automation 5(2), Desember 2022, 46-51
- 6) Erna Rahayu ”Analisa Pengaruh Beban Listrik Terhadap Efisiensi Termal PLTU Payo”. JURNAL INOVATOR, VOL. 2, NO. 1 (2019) 29–33. POLJAM