

ANALISA PERENCANAAN PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKAR *BOILER* DENGAN METODE PERENCANAAN KEBUTUHAN BAHAN (*MATERIAL REQUIREMENT PLANNING METHOD*)

Hajidun ^[1] Dr. Ir. Hermantoro, M. S, IPU ^[2] Ir. Eka Suhartanto, M.Si ^[3]

Jurusan Teknik Pertanian , Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Stiper, Jl. Nangka 2

Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta 55281, Indonesia

Email : hajidun45@gmail.com

ABSTRAK

Boiler adalah suatu alat berbentuk bejana tertutup yang terbuat dari baja dan digunakan untuk menghasilkan uap (*steam*). Pada penelitian *boiler* yang digunakan bahan bakarnya adalah shell (cangkang) dan fiber (serat kelapa sawit). Cangkang dan fiber kelapa sawit merupakan limbah padat yang dihasilkan oleh pabrik kelapa sawit yang dapat dimanfaatkan sebagai biomassa untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar *boiler*.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui cadangan bahan bakar *boiler* dengan cara Metode Perencanaan kebutuhan bahan, mengetahui seberapa banyak konsumsi bahan bakar *boiler* di pabrik kelapa sawit, serta bagaimana cara meningkatkan sistem operasi *boiler* lebih efisien. Data yang diambil menggunakan data primer yang diperoleh langsung dari lapangan pada saat proses kerja dan dokumentasi dan data sekunder yang diperoleh dari data perusahaan.

Dari hasil analisis yang telah dilakukan diperoleh bahan bakar *boiler* yang digunakan adalah fiber sebesar 1.527,62 kg/jam dengan sisa cadangan bahan bakar *shell* sebesar 1.734 kg/jam. Untuk meningkatkan sistem operasi lebih efisien *boiler* di efisiensi sebesar 80%.

Kata kunci : *Boiler*, Metode Perencanaan kebutuhan bahan (*Material Requirement Planning Method*), *Shell*, *Fiber*.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Boiler adalah alat berbentuk bejana tertutup yang terbuat dari baja dan digunakan untuk menghasilkan uap. Uap diperoleh dengan memanaskan bejana berisi air dengan bahan bakar. Pada umumnya *boiler* menggunakan bahan bakar cair (residu, solar) , padat (batubara), atau gas. Air dalam *boiler* dipanaskan oleh panas dari hasil pembakaran bahan bakar (sumber panas lainnya) sehingga terjadi perpindahan panas dari sumber panas ke air yang menyebabkan air menjadi panas atau berubah menjadi uap. Uap yang disirkulasikan dari *boiler* digunakan untuk berbagai proses dalam aplikasi industri, seperti untuk penggerak, pemanasan, dan lain-lain. Pengoperasian *boiler* harus sesuai dengan standar operasi yang telah ditentukan oleh pengguna *boiler* dan standar pabrik pembuat *boiler* itu sendiri. Standar yang dibuat akan menjamin keamanan dan keandalan pengoperasian *boiler* saat dioperasikan, sehingga akan meningkatkan efisiensi sekaligus menekan biaya operasional.. Pemeliharaan *boiler* juga harus dilakukan sesuai dengan jadwal yang telah dibuat oleh perusahaan pengguna, yang meliputi pemeliharaan harian, mingguan, bulanan sampai dengan tahunan (*Mayor Overhaul*). Perawatan yang baik pada *boiler* dapat menjamin umur teknis dan umur ekonomis yang relatif panjang (Sugiharto, 2012).

Operasional *boiler* membutuhkan bahan bakar yang cukup banyak, sehingga biaya yang dikeluarkan untuk pembelian bahan bakar tersebut menjadi sangat tinggi. Usaha-usaha penghematan biaya operasional perlu dilakukan untuk meminimalkan pengeluaran. Berbagai usaha yang dilakukan untuk menghemat biaya pembelian bahan bakar, diantaranya dengan penambahan komponen untuk memperbesar efisiensi *boiler* dan penggantian bahan bakar dari minyak solar (HSD) menjadi natural gas (LNG). Dengan anggapan efisiensi yang sama, akan dibahas perbandingan perhitungan biaya yang diperlukan oleh *boiler* berbahan bakar solar dengan berbahan bakar gas untuk menghasilkan steam output yang sama (Yohana & Askhabulyamin, 2012).

Pada penelitian *boiler* yang digunakan bahan bakarnya adalah shell (cangkang) dan fiber (serat kelapa sawit). Cangkang dan fiber kelapa sawit merupakan limbah padat yang dihasilkan oleh pabrik kelapa sawit yang dapat dimanfaatkan sebagai biomassa untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar *boiler*. Adapun fiber yang sering di jumpai dipabrik kelapa sawit itu berbentuk seperti rambut, serabut ini terdapat dibagian kedua dari buah kelapa sawit setelah daging kelapa sawit tersebut di prees, didalam serabut dan daging buah kelapa sawitlah minyak cpo atau *Crude Palm Oil* terkandung. Sedangkan cangkang adalah sejenis bahan bakar padat yang berwarna hitam berbentuk seperti batok kelapa akan tetapi ukurannya sedikit kecil dan agak bulat. Adapun nilai kalori dari cangkang atau fiber cukup tinggi untuk nilai kalori cangkang 3.881,15 kkal adapun untuk nilai kalori dari fiber 2.770,544 kkal. Dan perbandingan di pabrik kelapa sawit saat diteliti adalah fiber 30% dan cangkang 70 % dilakukan setiap hari pada saat pengoprasian pabrik kelapa sawit (Hikmawan et al., 2020).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut :

Kehadiran perencanaan pengendalian persediaan bahan bakar *boiler* adalah agar diketahui seberapa banyaknya persediaan bahan bakar di pabrik kelapa sawit tersebut, dan juga diketahui seberapa banyak kebutuhan bahan bakar diperlukan untuk mengolah kelapa sawit. Dan disini juga mencantumkan Metode Rencana Kebutuhan Bahan (*Material Requirement Planning MRP*).

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan umum penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui cadangan bahan bakar *boiler* dengan cara metode MRP.
2. Mengetahui seberapa banyak konsumsi bahan bakar *boiler* di pabrik kelapa sawit.
3. Meningkatkan sistem operasi *boiler* lebih efisien.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah:

1. Pemanfaatan fasilitas dan tenaga kerja lebih meningkat.
2. Pembelian bahan atau material lebih baik dengan pembuatan perencanaan dan penjadwalan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kebutuhan bahan bakar *boiler* dengan menggunakan Metode Perencanaan Kebutuhan Bahan (*Material Requirement Planning MRP*) di PT. Sinar Citra Cemerlang, Kalimantan Tengah dan penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 7 Juni - 7 Oktober yang meliputi persiapan, pengumpulan data, pengolahan, wawancara dan analisis data.

2.2 Metode Pengumpulan Data

Data primer diperoleh dari lokasi pengamatan pada proses kerja dan dokumentasi.

2.2.1 Data Primer

Data primer diperoleh dari lokasi pengamatan pada proses kerja dan dokumentasi.

2.2.2 Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari data-data proses kerja, analisis data di stasiun boiler :

1. Data proses kerja pada stasiun Stasiun Boiler.
2. Data perhari kebutuhan bahan bakar boiler.
3. Data kegiatan wawancara pekerja di stasiun boiler.

2.3 Parameter Yang di Amati

Parameter-parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Parameter *boiler*
 - a) Kapasitas *sterilizer*
 - b) Temperatur *feed water*
 - c) *Steam pressure*
 - d) *Steam flow*
2. Parameter bahan bakar
 - a) *Fiber*
 - b) *Shell*

2.4 Analisa Data

Setelah data-data dari parameter seperti parameter kapasitas *sterilizer*, temperatur *feed water*, *steam pressure*, dan *steam flow* selanjutnya dapat dilakukan perhitungan untuk mendapatkan inti dari permasalahan dan menghasilkan pembahasan. Untuk menganalisis data, rumus-rumus yang digunakan dalam perhitungan adalah sebagai berikut :

1. Menghitung variasi bahan bakar boiler yang tersedia (massa) untuk memenuhi kapasitas bahan bakar boiler, dimana kapasitas boiler yaitu 30 ton/jam.
 - $fiber = 13\% \text{ keluaran } fiber \times \text{kapasitas } sterilizer$
 - $Shell = 6\% \text{ total penggunaan } fibre \times \text{kapasitas } sterilizer$
2. Kebutuhan Energi
$$KE = \text{Enthalpy } steam - \text{Enthalpy water} \times FW$$
3. Energi yang tersedia
 - $Fiber = 2750 \text{ kkal/kg} \times \text{massa } fiber$
 - $Shell = 4350 \text{ kkal/kg} \times \text{massa } shell$
4. Menghitung konsumsi bahan bakar *boiler*

- *Fiber* = kebutuhan energi – energi yang tersedia pada *fiber*
5. Menghitung *shell* yang tersisa (tidak terpakai)
- *Shell* = Energi yang tersedia pada *shell* – *fiber* yang dikonsumsi sebagai bahan bakar *boiler*.

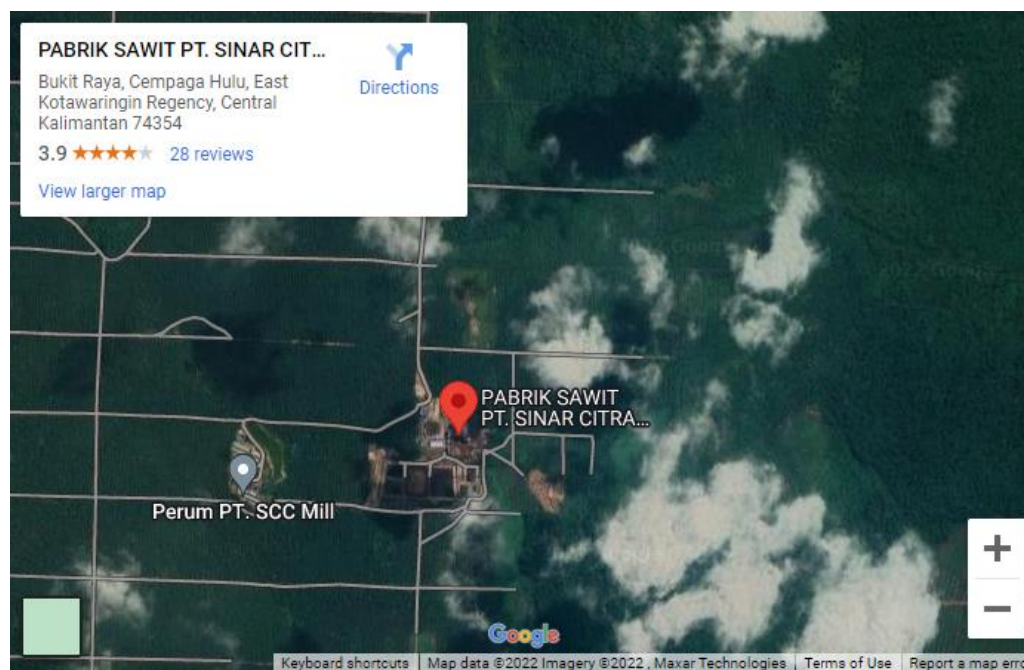
3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

3.1 Deskripsi Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di desa Bukit Raya, Kabupaten Kota Waringin Timur, Kecamatan Cembaga Hulu, Provinsi Kalimantan Tengah.

- Sebelah utara : Desa Pelantaran
- Seblah timur : Kantor desa Bukit Raya
- Sebelah selatan : Desa Patai
- Sebelah barat : Desa Rubung Buyung

Penelitian ini merupakan perkebunan kelapa sawit dan memiliki satu pabrik kelapa sawit dengan letak geografis antara 112° 7' 29" BT sampai dengan 113° 14' 22" BT dan antara 1° 11' 50" LS sampai dengan 3° 18' 51" LS.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

3.2 Hasil Penelitian

Hasil penelitian yang diambil secara langsung di lokasi penelitian adalah sebagai berikut :

A. Spesifikasi *boiler*

Boiler merupakan suatu alat yang digunakan untuk memanaskan air, sehingga air berubah menjadi uap (*steam*). Spesifikasi boiler yang didapat dari lapangan dan yang akan digunakan untuk menganalisis perencanaan pengendalian persediaan bahan bakar adalah :

Tabel 3.1 Spesifikasi Boiler

Komponen	Kapasitas
----------	-----------

Kapasitas <i>sterilizer</i>	45 ton TBS/jam
Temperatur <i>feed water</i>	90 °C
<i>Steam pressure</i>	25 bar
<i>Steam flow</i>	28 ton/jam

Sumber: PT. Sinar Citra Cemerlang (2021)

B. Kalori bahan bakar

Kalori bahan bakar boiler dibutuhkan untuk memanaskan air menjadi uap melalui proses pembakaran *shell* dan *fiber* sebagai bahan bakar. Nilai kalori untuk bahan bakar boiler diantaranya adalah :

1. *Shell* = 4350 kkal/kg
2. *Fiber* = 2750 kkal/kg

3.3 Analisa dan Pembahasan

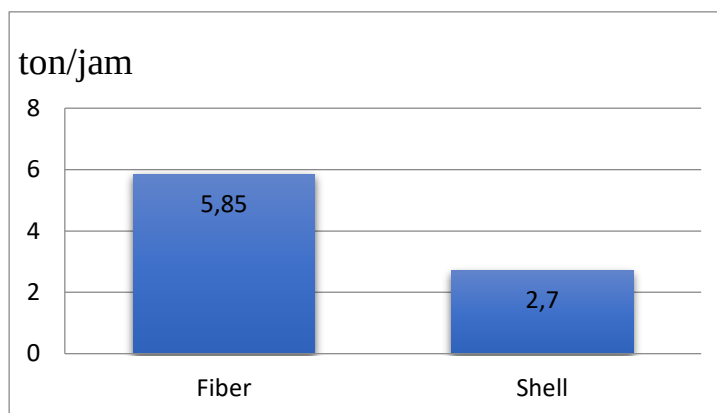
Pada tahap ini akan dilakukan analisis mengenai perencanaan pengendalian persediaan bahan bakar dengan Metode Perencanaan Kebutuhan Bahan (*Material Requirement Planning* MRP). Bahan bakar yang digunakan ada 2 yaitu *shell* (cangkang) dan *fiber* (serabut).

3.3.1 Bahan Bakar Yang Tersedia

Bahan bakar yang tersedia artinya bahan bakar boiler yang tersedia pada pabrik Kelapa Sawit. Untuk menghitung bahan bakar boiler yang tersedia dengan kapasitas *sterilizer* 45 ton TBS/jam digunakan persamaan sebagai berikut :

- *Fiber* = 13% keluaran *fiber* x kapasitas *sterilizer*
 $= 0,13 \times 45 \text{ ton TBS/jam}$
 $= 5,85 \text{ ton/jam}$
- *Shell* = 6% total penggunaan *fiber* x kapasitas *sterilizer*
 $= 0,06 \times 45 \text{ ton TBS/jam}$
 $= 2,7 \text{ ton/jam}$

Berdasarkan perhitungan di atas bahan bakar boiler yang dibutuhkan yaitu *fiber* sebesar 5,85 ton/jam dan *shell* sebesar 2,7 ton/jam.



Gambar 3.2 Grafik Bahan Bakar Tersedia

3.3.2 Energi Tersedia Pada Boiler

Shell dan *fiber* merupakan bahan bakar *boiler* yang digunakan agar dapat menghasilkan energi panas sehingga dapat berfungsi untuk mengubah cair menjadi uap (*steam*). Energi *boiler* yang terkandung dalam uap inilah yang kemudian akan dimanfaatkan untuk memutar turbin yang tersambung dengan generator. Energi yang tersedia dapat dicari menggunakan persamaan seperti di bawah ini :

- *Fiber* = Kalori *fiber* x bahan bakar *fiber* tersedia

- *Shell* = Kalori *shell* x bahan bakar *shell* tersedia

Berikut cara perhitungan energi yang tersedia pada *boiler* :

Kalori *fiber* = 2750 kkal/kg

Kalori *shell* = 4350 kkal/kg

Bahan bakar *fiber* tersedia = 5,85 ton/jam

= 5850 kg/jam

Bahan bakar *shell* tersedia = 2,7 ton/jam

= 2700 kg/jam

- Energi *fiber* = Kalori *fiber* x bahan bakar *fiber* tersedia

= 2750 kkal/kg x 5850 kg/jam

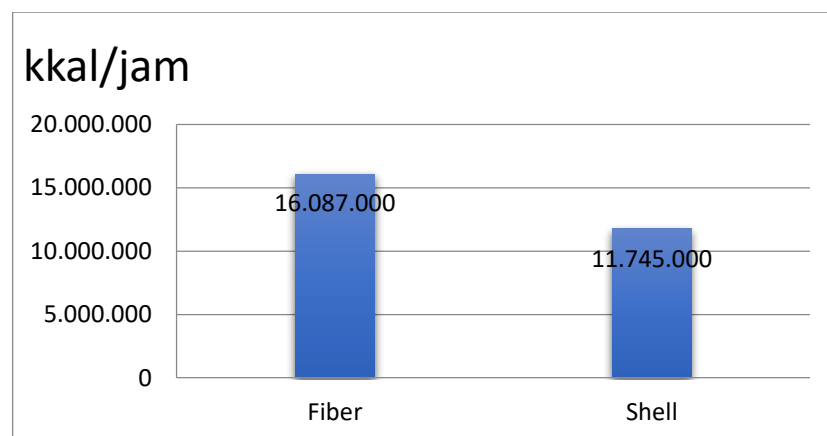
= 16.087.500 kkal/jam

- Energi *shell* = Kalori *shell* x bahan bakar *shell* tersedia

= 4350 kkal/kg x 2700 kg/jam

= 11.745.000 kkal/jam

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, energi tersedia *fiber* dengan kalori 2750 kkal/kg dan bahan bakar tersedia 5850 kg/jam adalah sebesar 16.087.500 kkal/jam sedangkan energi tersedia *shell* dengan kalori 4350 kkal/kg dan bahan bakar tersedia 2700 kg/jam adalah sebesar 11.745.000 kkal/jam.



Gambar 3.3 Grafik Energi Tersedia

3.3.3 Kebutuhan Energi

Kebutuhan energi merupakan energi yang diperlukan untuk membangkitkan uap pada *boiler* di Pabrik Kelapa Sawit. Persamaan yang digunakan untuk menghitung kebutuhan energi pada *boiler* adalah :

Keterangan = Entalpi Uap – Entalpi Air x FW

Berikut merupakan langkah-langkah perhitungan kebutuhan energi :

1. (*Enthalpy Steam*)

Enthalpy merupakan banyaknya energi di *boiler* yang mengalir pada kondisi tekanan uap. Untuk menghitung *enthalpy steam* dapat menggunakan rumus :

$$H = U + PV$$

Keterangan :

H = *Entalphy* (kJ/kg)

U = Energi internal (kJ/kg)

P = Tekanan (MPa)

V = Volume (m³)

Untuk perhitungan di atas digunakan aplikasi *Steam Table* dengan besar tekanan 25 bar, maka energi internal dan volume dapat diketahui seperti Pada Tabel 3.2 di bawah.

Tabel 3.2 Tekanan (Sifat-Sifat Air Jenuh)

P MPa	T °C	Spesific Volume (V_g) (m³/kg)	Internal Energi (U_g) (kJ/kg)	Enthalpy (H_g) (kJ/kg)
1,5	198,29	0,13171	2593,4	2791,0
1,6	201,37	0,12374	2594,8	2792,8
1,7	204,31	0,11667	2596,2	2794,5
1,8	207,11	0,11037	2597,2	2795,9
1,9	209,80	0,10470	2598,3	2797,2
2,0	212,38	0,099585	2599,1	B 2798,3
2,2	217,25	0,090698	2600,6	2800,1
2,5	223,95	0,079949	2602,0	2801,9
2,8	230,06	0,071429	2602,9	2802,9
3,0	233,85	0,066664	2603,2	2803,2
3,2	237,46	0,062475	2603,2	2803,1
3,5	242,56	0,057058	2602,9	2802,6
3,8	247,33	0,052467	2602,3	2801,7
4,0	250,35	0,049776	2601,7	2800,8
5,0	263,94	0,039446	2597,0	2794,2

Sumber: Analisis Data Primer (2021)

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat dicari *enthalpy steam* seperti berikut :

Tekanan (P) = 25 bar = 2,5 MPa

Volume (V) = 0,079949 m³/kg = 79,949 m³

Energi internal (U) = 2602 kJ/kg

H = U + PV

$$= 2602 + 2,5 (0,079949)$$

$$= 2801,9 \text{ kJ/kg}$$

$$= 669,67 \text{ kkal/kg}$$

Jadi *enthalpy steam* yang dibutuhkan dengan tekanan 25 bar adalah sebesar 669,67 kkal/kg.

2. (*Enthalpy water*) pada 90 °C

$$\text{Enthalpy water} = C \times \Delta T$$

Keterangan :

C = Kapasitas kalor (1 kkal/kg°C)

ΔT = Perubahan suhu (90°C – 0°C)

$$\text{Enthalpy water} = C \times \Delta T$$

$$= 1 \text{ kkal/kg}^\circ\text{C} \times (90^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C})$$

$$= 90 \text{ kkal/kg}$$

3. Kebutuhan energi

Setelah mengetahui besarnya *enthalpy steam*, maka dapat dihitung kebutuhan energi seperti berikut :

$$\text{Kebutuhan Energi} = \text{Entalpi Uap} - \text{Entalpi Air} \times \text{FW}$$

Keterangan:

$$\text{Enthalpy steam} = 669,67 \text{ kkal/kg}$$

$$\text{Enthalpy water} = 90 \text{ kkal/kg}$$

$$\text{Steam flow (FW)} = 28 \text{ ton/jam} = 28.000 \text{ kg/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Energi} &= \text{Enthalpy steam} - \text{Enthalpy water} \times \text{FW} \\ &= (669,67 \text{ kkal/kg} - 90 \text{ kkal/kg}) \times 28.000 \text{ kg/jam} \\ &= 16.230.760 \text{ kkal/jam} \end{aligned}$$

Jika *boiler* di maintain pada efisiensi 80% :

$$\begin{aligned} \text{Energi yang dibutuhkan} &= \frac{16.230.760}{80\%} \\ &= 20.288.450 \text{ kkal/jam} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas energi yang dibutuhkan untuk membangkitkan uap pada *boiler* adalah sebesar 20.288.450 kkal/jam.

3.3.4 Komsumsi bahan bakar *boiler*

Analisis ini digunakan untuk mengetahui seberapa banyak jumlah kebutuhan bahan bakar *boiler*. Berikut merupakan langkah-langkah untuk menghitung kebutuhan bahan bakar *boiler*.

1. *Fiber* terpakai habis

$$\text{Fiber} = \text{kebutuhan energi} - \text{energi yang tersedia pada fiber}$$

Keterangan:

$$\text{Kebutuhan energi} = 20.288.450 \text{ kkal/jam}$$

$$\text{Energi yang tersedia pada fiber} = 16.087.500 \text{ kkal/jam}$$

$$\text{Fiber} = \text{kebutuhan energi} - \text{energi yang tersedia pada fiber}$$

$$= 20.288.450 - 16.087.500$$

$$= 4.200.950 \text{ kkal/jam}$$

2. Diambil dari *shell*

Shell = Energi yang tersedia pada *shell* – *fiber* yang dikonsumsi

Keterangan :

Energi yang tersedia pada *shell* = 11.745.000 kkal/jam

Energi *fiber* yang dikonsumsi = 4.200.950 kkal/jam

Bahan bakar *fiber* yang dikonsumsi = $\frac{4.200.950 \text{ kkal/jam}}{2750 \text{ kkal/kg}}$
= 1.527,62 kg/jam

Shell = Energi yang tersedia pada *shell* – *fiber* yang dikonsumsi

= 11.745.000 – 4.200.950

= 7.544.050 kkal/jam

Maka sisa *shell* yang tersisa adalah :

Sisa *shell* = $\frac{7.544.050 \text{ kkal/jam}}{4350 \text{ kkal/kg}}$
= 1.734 kg/jam

Dari hasil perhitungan kebutuhan bahan bakar *boiler* di atas, dapat disimpulkan bahwa dengan konsumsi *fiber* untuk bahan bakar sebesar 1.527,62 kg/jam masih memiliki sisa cadangan bahan bakar *shell* sebesar 1.734 kg/jam.

KESIMPULAN

1. Dari hasil perhitungan kebutuhan bahan bakar *boiler* dapat disimpulkan bahwa sisa cadangan bahan bakar *shell* sebesar 1.734 kg/jam.
2. Bahan bakar *boiler* yang digunakan adalah *fiber* sebesar 1.527,62 kg/jam.
3. Untuk meningkatkan sistem operasi lebih efisien *boiler* di efisiensi sebesar 80%.

DAFTAR PUSTAKA

- Gasperz, V. (2004). Material Requirement Planning. *Cetakan Keempat. Jakarta: Gramedia.*, 1–18.
- Hikmawan, O., Naufa, M., & Simarmata, L. H. (2020). Pemanfaatan Cangkang Dan Serat Kelapa Sawit Sebagai Bahan Bakar Boiler. *Jurnal Teknik Dan Teknologi*, 18–26.
- Sugiharto, A. (2012). Tinjauan teknis pengoperasian boiler dan pemeliharaan boiler. *Forum Teknologi*, 06(2).
- Yohana, E., & Askhabulyamin. (2012). Perhitungan Efisiensi Dan Konversi Dari Bahan Bakar Solar Ke Gas PADA BOILER EBARA HKL 1800 KA. *Rotasi*, 14(2), 7–10.